

**Phonologisches Arbeitsgedächtnis  
bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern**

**DISSERTATIONSSCHRIFT**

**zur Erlangung des akademischen Grades**

**Doctor rerum naturalium  
(Dr. rer. nat.)**

**vorgelegt**

**der Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften  
der Technischen Universität Dresden**

**von**

**Dipl.-Psych. Ines Werner**

**geboren am 17.05.1971 in Dresden**

**Gutachter:** Prof. Dr. Marcus Hasselhorn  
Prof. Dr. Matthias Kliegel  
Prof. Dr. Dietmar Grube

**Eingereicht am:** 23.01.2009

**Tag der Verteidigung:** 29.09.2009

## **Phonologisches Arbeitsgedächtnis und Wortschatz bei dysgrammatisch – sprachgestörten Kindern**

0 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK	4
1 DYSGRAMMATISMUS / SPRACHENTWICKLUNGSSTÖRUNG	6
2 WORTSCHATZENTWICKLUNG	9
3 PHONOLOGISCHE VERARBEITUNG	13
3.1 Phonologisches Arbeitsgedächtnis	13
3.2 Phonologische Bewusstheit	23
4 PHONOLOGISCHE VERARBEITUNG, WORTLERNEN UND SPRACHENTWICKLUNGSSTÖRUNG	25
4.1 Phonologisches Arbeitsgedächtnis sprachentwicklungs- gestörter Kinder	25
4.2 Phonologisches Arbeitsgedächtnis und Wortlernen	31
4.2.1 Korrelative Untersuchungen mit sprachunauffälligen Kindern	31
4.2.2 Experimentelles Wortlernen	35
4.2.3 Untersuchungen an sprachgestörten Kindern	37
4.3 Phonologische Bewusstheit bei sprachgestörten Kindern	38
4.4 Phonologische Bewusstheit und Wortlernen	40
5 ZENTRALE FRAGESTELLUNGEN	43
6 METHODE	46
6.1 Design	46
6.2 Versuchspersonen	46
6.3 Erfasste Entwicklungsmerkmale	49
7 BEFUNDE ZUM ZUSAMMENHANG BZW. ZUR UNABHÄNGIGKEIT DER PHONOLOGISCHEN BEWUSSTHEIT, DES PHONOLOGISCHEN ARBEITSGEDÄCHTNISSES UND DES LEXIKALISCHEN VORWISSENS	54
7.1 Ergebnisse	54
7.2 Diskussion	58

8 ANALYSEN ZUR LOKALISATION DES ENTWICKLUNGSDEFIZITS DER SPRACHGESTÖRTEN KINDER IM PHONOLOGISCHEN ARBEITS- GEDÄCHTNIS	61
8.1 Aktivierung des Rehearsalprozesses	62
8.2 Geschwindigkeit des Rehearsalprozesses	63
8.3 Der phonetische Speicher - Das Kunstwörterexperiment	64
8.4 Zeitliche Dimension des phonetischen Speichers	68
8.5 Die Qualität des phonetischen Speichers	70
8.6 Diskussion	71
9 ANALYSEN ZUM EINFLUSS DES PHONOLOGISCHEN ARBEITSGEDÄCHTNISSES AUF DIE ENTWICKLUNG DES WORT- SCHATZES UND ZUR KAUSALRICHTUNG DES EINFLUSSES	76
9.1 Ergebnisse bei sprachlich unauffälligen Kindern	78
9.2 Ergebnisse bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern	81
9.3 Analysen zur Spezifität der gefundenen Zusammenhänge	85
9.4 Sind die Zusammenhänge zwischen Wortschatz und phonologischem Arbeitsgedächtnis durch die Teilkomponenten des phonologischen Arbeits- gedächtnisses erklärbar?	93
9.5 Diskussion	97
10 GESAMTDISKUSSION	103
Literaturverzeichnis	106
Anhang	115

## 0 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

---

Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis werden als mögliche Ursache der dysgrammatischen Sprachentwicklungsstörung bzw. der spezifischen Sprachentwicklungsstörung diskutiert. Die Rolle des Arbeitsgedächtnisses für die Sprachentwicklung, insbesondere die Wortschatzentwicklung ist mittlerweile überzeugend nachgewiesen (z.B. Hasselhorn & Werner, 2000). Daran anknüpfend beschäftigt sich die vorliegende Studie mit der Wortschatzentwicklung bei spezifisch sprachgestörten Grundschulkindern und mit dem Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf diesen Entwicklungsprozess.

Bei sprachunauffälligen Kindern konnten stabile Zusammenhänge zwischen Arbeitsgedächtnis und Wortschatz nachgewiesen werden. Längsschnittlich ließen sich Zusammenhänge zwischen früherem Arbeitsgedächtnis und späterem Wortschatz im Alter bis zu sechs Jahren zeigen, im Grundschulalter kehrte sich der Zusammenhang um (Gathercole, Willis, Emslie, & Baddeley, 1992). Dabei wurde bevorzugt das Arbeitsgedächtnis über das Nachsprechen von Kunstwörtern erfasst. Gegen dieses Vorgehen gaben z.B. Snowling, Chiat und Hulme (1991) und Bowey (1996, 2001) zu bedenken, dass durch die Komplexität des Kunstwörternachsprechens und die Redundanz zu anderen Aspekten der sprachlichen Verarbeitung der Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses überschätzt werden könnte. Sie schlagen daher vor, eher allgemein von phonologischer Verarbeitung zu sprechen und das phonologische Arbeitsgedächtnis nicht davon zu differenzieren.

Diese Diskussion motivierte die vorliegende Arbeit, in der im Wesentlichen die Frage gestellt wird, ob und wenn ja, welche Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses einen Einfluss auf die Wortschatzentwicklung bei sprachgestörten Kindern haben. Um dies zu klären wurde eine Längsschnittstudie realisiert, bei der 64 sprachlich-unauffällige und 33 sprachgestörte Kinder im Laufe des ersten und zweiten Grundschuljahres dreimal untersucht wurden.

Die Arbeit gliedert sich in 10 Kapitel. Im Kapitel 1 wird der Leser mit dem Störungsbild und wesentlichen Befunden dazu bekanntgemacht. Im Kapitel 2 wird die Entwicklung des Wortschatzes sprachlich-unauffälliger Kinder bis zur und in der Grundschulzeit beschrieben. Danach (Kapitel 3) erfährt der Leser wesentliche Befunde zur phonologischen Verarbeitung und deren Entwicklung im Grundschulalter, speziell dem phonologischen Arbeitsgedächtnis und der phonologischen Bewusstheit.

In Kapitel 4 werden Befunde zum phonologischen Arbeitsgedächtnis sprachgestörter Kinder (Kapitel 4.1) sowie dem phonologischen Arbeitsgedächtnis und dem Wortlernen sprachlich-unauffälliger und dysgrammatischer Kinder (Kapitel 4.2) dargestellt. In den Kapiteln 4.3 und 4.4 werden analoge Befunde für die phonologische Bewusstheit gezeigt: Zuerst werden Belege für Einschränkungen der phonologischen Bewusstheit bei sprachgestörten Kindern dargestellt und danach – zum phonologischen Arbeitsgedächtnis – analoge Zusammenhänge der phonologischen Bewusstheit mit dem Wortlernen.

Nach der Herleitung der Fragestellung (Kapitel 5) werden in Kapitel 6 die Methoden genauer dargestellt. In Kapitel 7 wird der Frage nach der Unabhängigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses von den anderen Komponenten der phonologischen Verarbeitung (nach Wagner & Torgesen, 1987) nachgegangen. Kapitel 8 befasst sich mit der Frage, inwiefern sich das phonologische Arbeitsgedächtnis spezifisch sprachentwicklungsgestörter Kinder von dem gleichaltriger, jedoch sprachlich unauffälliger Kinder unterscheidet, während in Kapitel 9 der Entwicklungsdynamik zwischen phonologischem Arbeitsgedächtnis und dem Wortschatz längsschnittlich nachgegangen wird. Eine Gesamtdiskussion (Kapitel 10) rundet die Arbeit schließlich ab.

## 1 DYSGRAMMATISMUS / SPRACHENTWICKLUNGSSTÖRUNG

---

Die dysgrammatische oder spezifische Sprachentwicklungsstörung, der kindliche Dysgrammatismus oder die Entwicklungsdysphasie (Grimm, 1994) ist durch einen verzögerten Sprechbeginn und einen verzögerten, inkonsistenten und desynchronisierten Verlauf der Sprachentwicklung bei durchschnittlicher nonverbaler Intelligenz gekennzeichnet. Dabei ist der Erwerb und der Gebrauch sprachlich-strukturellen Könnens besonders beeinträchtigt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Merkmale der Entwicklungsdysphasie (aus Grimm, 1994)

---

- verspäteter Sprachbeginn
  - verlangsamte Sprachentwicklung mit Plateaubildung
  - Sprachverständnis > Sprachproduktion
  - formale Merkmale (Syntax/Morphologie) sind gestörter als Semantik/Pragmatik
  - nonverbaler IQ im Normalbereich
  - keine schwerwiegenden neurologischen Schädigungen
  - keine Hörschädigung
  - keine auffällig gestörte emotionale/soziale Entwicklung
  - normale Umwelt
- 

Nach ICD-10 (Dilling, Mombour & Schmidt, 2004) handelt es sich um Umschriebene Entwicklungsstörungen der Sprache und des Sprechens (F80). Für diese Arbeit interessant sind die Diagnosen Expressive (F80.1) und Rezeptive Sprachstörung (F80.2). Konkret genannt werden weiterhin Artikulationsstörung (F80.0) und Erworbene Aphasie mit Epilepsie (Landau-Kleffer-Syndrom, F80.3). Im DSM-IV (Saß, Wittchen & Zaudig, 2003) wird die Expressive Sprachstörung und die Kombinierte Rezeptiv-Expressive Sprachstörung unter Kommunikationsstörungen aufgeführt.

Weinert (2005) kritisiert die Unterscheidung von Rezeptiver und Expressiver Sprachstörung. Aus sprachentwicklungspsychologischer Sicht sei zu erwarten, dass sich im Laufe der Entwicklung die jeweils vorherrschenden Störungsaspekte verschieben. Beispielsweise scheint im Säuglingsalter besonders die rezeptive Prosodie beeinträchtigt zu sein, die eine wesentliche Voraussetzung für den Einstieg in das grammatische System der Sprache darstellt. Hier sind auch im Vorschulalter Defizite nachweisbar (Weinert, 1996, 2000), auffälliger sind jedoch Abweichungen bei der Produk-

tion grammatischer Strukturformen, während noch später möglicherweise Schwierigkeiten beim Verständnis komplexer Texte in den Vordergrund rückten.

Außerdem ließe sich zeigen, dass Kinder mit einem Störungsschwerpunkt im Bereich der expressiven Sprache zugleich auch Schwierigkeiten bei der Sprachverarbeitung und dem Sprachverständnis haben.

*Prävalenz.* In einer Studie mit 6000 5jährigen (Tomblin, 1996) zeigte sich bei ca. 7% der Kinder eine gravierende, umschriebene Entwicklungsstörung der Sprache. Grimm (1999) schätzte eine Prävalenzrate von 6-8%.

*Geschlechterverhältnis.* Jungen sind häufiger betroffen als Mädchen. Das über verschiedene Studien gemittelte Verhältnis liegt nach Robinson (1987) bei 2,8 :1, in einzelnen Untersuchungen fanden sich sogar Relationen von 4,8 : 1 (Haynes, 1992; vgl. Leonard, 1998, S. 20).

*Familiäre Häufung.* Ca. 30% der direkten Familienmitglieder von Kindern mit umschriebenen Spracherwerbsproblemen zeigen ebenfalls eine Problemgeschichte im Sprachbereich.

*Prognose.* Nach einer Literaturübersicht von Aram und Hall (1989, S.487) ist bei 40 bis 100 Prozent der Kinder mit Sprachdefiziten im Vorschulalter auch deutlich später noch mit Sprachproblemen zu rechnen.

*Folgeprobleme.* Sprachgestörte Kinder zeigen häufig Folgeprobleme. Bei vielen Kindern weitet sich die anfangs recht spezifische Störung auf andere Entwicklungsbereiche aus (Prizant et al., 1990). Aram, Ekelman und Nation (1984) berichteten, dass 70% der Kinder Verhaltensprobleme aufwiesen, 54% defizitäre soziale Kompetenzen. Schulleistungsstörungen zeigten sich bei 50 – 75% der Jugendlichen.

Ungefähr 50 % der sprachentwicklungsgestörten Kinder bilden psychiatrische Probleme aus (Grimm, 1999). Nach Barker und Cantwell (1982) konnten bei 95% der Kinder mit sehr schweren Sprachstörungen psychiatrische Probleme festgestellt werden; bei Kindern mit kombinierten Sprech- und Sprachproblemen waren es 45 %. Shapiro (1982) zeigte, dass nur 7% aller dreijährigen Kinder, aber 58% aller sprachgestörten dreijährigen Kinder emotionale Störungen aufwiesen. Ähnliche Häufigkei-

ten berichteten Stevenson und Richman (1978): 59% der sprachgestörten dreijährigen vs. 14% der sprachunauffälligen Kontrollkinder zeigten Verhaltensstörungen. Betrachtet man das andersherum, so zeigen sich bei 38% der Kinder, die wegen psycho-sozialer Probleme vorgestellt werden, auch sprachliche Probleme (Cohen & Lipsett, 1991).

*Genetik.* Die wenigen Zwillingsstudien stützen die Annahme einer genetischen Disposition (vgl. Lewis & Thomson, 1992; Plomin & Dale, 2000; Tomblin & Buckwalter, 1994, 1998). Eine genauere Einschätzung des Ausmaßes ist aufgrund der Datenlage noch nicht möglich (vgl. Fromm, Schöler & Kany, 1998).

*Familiäre Umwelt.* Da keine Adoptionsstudien vorliegen, lassen sich Anlage- und Umweltanteil nicht abschließend trennen. Wurden die Sprechstile von Müttern sprachentwicklungsgestörter Kinder mit denen altersgleicher sprachlich-unauffälliger Kinder verglichen, so fanden sich deutliche Unterschiede in fast allen untersuchten Sprachmerkmalen (Grimm, 1999). Sie zeigten kürzere und weniger komplexe Äußerungen, stellten weniger Fragen und setzten weniger Sprachlehrstrategien ein. Wurden diese Mütter diesbezüglich mit denen sprachparallelisierter jüngerer Kinder verglichen, so waren sie diesen sehr ähnlich. Das bedeutet, dass das syntaktische Defizit der Kinder nicht kausal auf eine mangelnde strukturelle Qualität oder einen geringeren Einsatz von Lehrstrategien<sup>1</sup> in der mütterlichen Sprache zurückgeführt werden kann. Die Mütter sprachgestörter Kinder passen sich sensitiv an den sprachlichen Entwicklungsstand ihrer Kinder an, was jedoch zugleich bedeutet, dass die Kinder in ihrer sozial-interaktiven und kognitiven Entwicklung nicht angemessen gefördert werden.

---

<sup>1</sup> Motherese: Lehrende Sprache, ab 24-27 Monate, nach Ammensprache („baby-talk“) und stützender Sprache („scaffolding“) dritte Phase des Sprach-Lehr-Lern-Prozesses; kindliche Äußerungen werden wiederholt, erweitert, korrigiert oder transformiert, dient vor allem dem Grammatikerwerb.



## 2 WORTSCHATZENTWICKLUNG

---

### *Vom Laut zum Wort*

Bereits vier Tage nach der Geburt erkennen Säuglinge die Muttersprache anhand prosodischer Merkmale (Intonation, Rhythmus, Segmentierung) und können syntaktische Einheiten anhand prosodischer Hinweisreize (Pausen, Satzmelodie) unterscheiden (Berk, 2005). Sie produzieren zunächst viele Laute, die in ihrer sprachlichen Umgebung nicht vorhanden sind, ab dem Alter von 8 Monaten zunehmend häufig auch Silben und Laute, die in der Sprachumgebung vorkommen. Um den ersten Geburtstag herum beginnen Kinder ihre ersten Wörter zu sprechen, dabei zeichnet sich ein Wort durch eine phonetisch stabile Lauteinheit, eine konsistente Referenz und Ähnlichkeit mit der Erwachsenensprache aus.

### *Geschwindigkeit des Wortlernens, erste Sätze*

Die ersten 10-15 Wörter werden relativ langsam, ca. 1-3 Wörter monatlich, erworben. Nach dem Erlernen der ersten 50 Wörter nimmt dieses Tempo sehr schnell zu, es kommt zu einer „vocabulary explosion“ (Bloom, 1973) bzw. dem sog. Wortschatzspurt. Im Alter zwischen 19 Monaten und zwei Jahren lernen Kinder üblicherweise ungefähr 25 Wörter im Monat (Nelson, 1973). Dieses Tempo nimmt noch weiter zu, so dass Kinder im Alter von fünf Jahren über durchschnittlich 2000 Wörter verfügen. Der größte Zuwachs ist jedoch im Schulalter zu verzeichnen; im Alter zwischen 7 und 16 Jahren lernen Kinder ungefähr 3000 Wörter jährlich (Nagy & Herman, 1987). Auch im Erwachsenenalter werden neue Wörter gelernt, die Erwerbsrate ist allerdings deutlich geringer und in viel stärkerem Maße von sozialen und beruflichen Bedingungen abhängig.

Ab einem Wortschatz von 100 - 200 Wörtern werden Zwei-Wort-Sätze gebraucht, dabei werden häufige Funktionswörter (da, mehr, weg) mit Inhaltswörtern kombiniert. Später werden Drei- und Mehrwortsätze gebildet.

### *Induktion der Wortbedeutung*

Ein Wort kann unterschiedliches bezeichnen: eine Klasse von Objekten; das Objekt; Teile des Objekts; den Ort, an dem sich das Objekt befindet; Eigenschaften des Objekts; eine Tätigkeit. Um die Bedeutung zu erschließen, nutzen die Kinder syntaktische Regeln (z.B. bestimmte vs. unbestimmte Artikel) und implizite Vorannahmen

(„constraints“, Grimm, 1995). Dabei wird angenommen, dass sich Worte auf ganze Objekte beziehen, nicht auf Objektteile oder Eigenschaften („whole-object constraint“) oder dass sie sich auf Klassen von Objekten beziehen („taxonomic constraint“). Weiterhin wird angenommen, dass jedes Wort nur eine Bezeichnung hat („mutual exclusivity constraint“), ein unbekanntes Wort sich also auf ein unbekanntes Objekt bezieht oder sich ein unbekanntes Wort für ein bekanntes Objekt auf Objektteile oder Eigenschaften bezieht.

### *Entwicklung im Grundschulalter*

Im Grundschulalter entwickeln sich Wortschatz, Grammatik und praktische Sprachanwendung weiter (nach Berk, 2005).

**Wortschatz.** Obwohl sich der Wortschatz im Grundschulalter verfünffacht, also 20 neue Wörter am Tag gelernt werden, ist das weniger auffällig, als in der frühen Kindheit. Am Ende der Grundschulzeit werden durchschnittlich 40 000 Wörter beherrscht. Die fundamentale Veränderung im Grundschulalter ist, dass das Bewusstsein für die Sprache entwickelt wird. Diese große Menge an Wörtern wird erworben, indem komplexe Wörter analysiert werden („glücklich“ → „Glück“, Anglin, 1993) oder auch die Wortbedeutung aus dem Kontext erschlossen wird (durch Lesen; Nagy & Scott, 2000). Die Kenntnisse werden besser organisiert, Wörter präziser benutzt, das sieht man beispielsweise an Wortdefinitionen (Vorschulalter: Messer: „Wenn man Karotten schneidet“; Grundschule: „Etwas mit dem man schneiden kann, eine Säge ist wie ein Messer, es kann auch eine Waffe sein“; Wehren, deLisi & Arnold, 1981). Es werden Synonyme und kategoriale Beziehungen zur Beschreibung genutzt. Ab diesem Alter werden Mehrfachbedeutungen richtig eingeschätzt (z.B. „süß“ = zuckrig und niedlich), es werden subtile Metaphern verstanden (Nippold, Taylor & Barker, 1996; Winner, 1988). Der Humor verändert sich, die Kinder erzählen Rätsel und Wortspiele, die zwischen den Bedeutungen wechseln.

**Grammatik.** Sie zeigen eine bessere Bewältigung komplexer grammatischer Konstruktionen, die Passivform wird genutzt. Das ist durch Übung förderbar, es gibt auch kulturelle Unterschiede in diesem Bereich, so werden bei den Inuit (Kanada) durch die Sprache Passivformen betont, die Kinder sprechen diese dann auch früher (Allen & Crago, 1996).

Es gibt ein fortgeschrittenes Verständnis von Infinitiv-mit-zu-Sätzen (z.B. Unterschied: „John ist begierig zu gefallen.“ vs. „Es ist einfach, John zu gefallen.“, Chomsky, 1969)

*Pragmatik.* Die Kinder beschreiben Gegenstände genauer und passen ihre Beschreibung dem Zuhörer an (Deutsch & Pechmann, 1982). Fünfjährige wiederholen eine abgeschlagene Bitte, neunjährige formulieren die zweite Bitte höflicher (Axia & Baroni, 1985). Außerdem werden die Kinder sensibler auf Unterschiede zwischen dem, was Menschen sagen und meinen (Ackerman, 1978), z.B. „Der Müll beginnt zu stinken“. Ein Grundschulkind würde verstehen, dass es den Mülleimer leeren soll (Ackerman, 1978).

### *Bedeutung des Wortschatzwissens*

Das Einzelwortwissen in den ersten Lebensjahren spielt eine wichtige Rolle beim späteren Erwerb komplexer syntaktischer und semantischer Strukturen (siehe Barrett, 1989; Review). Zusammenhänge zeigen sich auch in Korrelationsstudien zu Maßen der intellektuellen Entwicklung bei älteren Kindern: das Wortschatzwissen zeigt einen engen Zusammenhang mit einer Vielzahl von Fähigkeiten wie allgemeine Intelligenz, Lesefähigkeit, Leseverständnis, Schulerfolg ... (z.B. Anderson & Freebody, 1981; Thorndyke, 1973). Aus diesem Grund wird es häufig als Indikator der verbalen Intelligenz verwendet, u.a. im Wechsler Intelligenztest für Kinder (Wechsler, 1974) und den British Picture Vocabulary Scales (Dunn, Dunn, Whetton & Pintilie, 1982). Diese zentrale Rolle des Wortschatzes in der Sprachverarbeitung und der allgemeinen intellektuellen Entwicklung macht die psychologische Untersuchung der Prozesse, die zum Lernen neuer Wörter erforderlich sind, sowohl theoretisch interessant, als auch praktisch relevant (Sternberg, 1987).

### *Forschung*

Die einschlägige Literatur weist zwei Forschungstraditionen auf, die jeweils die Umweltbedingungen fokussieren, unter denen der Wortschatz erworben wird. Simuliertes Wortlernen bei sehr jungen Kindern demonstriert erstens die Einfachheit und Schnelligkeit mit der junge Kinder neue Namen und Konzepte unter kontrollierten experimentellen Bedingungen erwerben („fast mapping“ z.B. Carey, 1978; Carey & Bartlett, 1978; Dickinson, 1984; Hu, 2003). Zweitens (nach Gathercole und Baddeley, 1993) haben sich verschiedene Instruktionsmethoden für die Förderung des Wortschatzerwerbs als nützlich erwiesen: z.B. formaler Unterricht über morphologisches Wissen (White, Power & White, 1989), das Lernen individueller Wortbedeutungen über Definitionen (Elley, 1989; Herman & Dole, 1988) und das Vorstellen eines neuen Wortes im Kontext bzw. die Ableitung der Bedeutung aus dem Kontext (Jenkins, Matlock & Slocum, 1989; Stahl, Jakobson, Davis & Davis, 1989).

Ein inzwischen recht gut belegter Zusammenhang besteht zwischen dem Wortschatz und dem phonologischen Arbeitsgedächtnis, dieser Zusammenhang soll in Kapitel 4.2 genauer betrachtet werden.

### **3 PHONOLOGISCHE VERARBEITUNG**

#### **3.1 Phonologisches Arbeitsgedächtnis**

---

Der Begriff Arbeitsgedächtnis ist mittlerweile weit verbreitet in der kognitiven Psychologie wie in der Entwicklungspsychologie. Er bezeichnet ein internes System, das eine kurzfristige Speicherung von Informationen während des Bearbeitens beliebiger kognitiver Anforderungen ermöglicht. In der britischen Tradition der Arbeitsgedächtnisforschung wird davon ausgegangen, dass die Leistungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses von einem kapazitätsbegrenzten Kurzzeitspeicher abhängig ist (Baddeley, 1986), hier wird auch vom „phonologischen“ Arbeitsgedächtnis gesprochen.

Dieses Modell soll aus drei Gründen genutzt werden: Die empirisch untermauerten Modellvorstellungen für dieses Konzept des Arbeitsgedächtnisses sind im Vergleich zu alternativen Ansätzen sehr elaboriert, es ist sehr gut geeignet für die Beschreibung der Entwicklungsveränderungen im Kindesalter und es lassen sich für dieses Konzept des Arbeitsgedächtnisses spracherwerbsrelevante Funktionen identifizieren (Hasselhorn & Werner, 2000).

Archibald und Gathercole (2006) machen bei sprachgestörten Kindern eine Unterscheidung zwischen deren Schwierigkeiten im Arbeitsgedächtnis und im verbalen Kurzzeitgedächtnis. Dabei meint der Begriff Arbeitsgedächtnis, dass Anforderungen an Speicherung und besonders auch Verarbeitung von Informationen gestellt werden; nach bisheriger Darstellung des Arbeitsgedächtnismodells entspräche das der Beteiligung der zentral-exekutiven Komponente (Baddeley & Logie, 1999). Das verbale Kurzzeitgedächtnis entspräche dem bisherigen phonologischen Arbeitsgedächtnis bzw. der phonologischen Schleife.

##### *Komponenten und Merkmale des Arbeitsgedächtnisses.*

Das phonologische Arbeitsgedächtnis bzw. die phonologische Schleife (Baddeley, 1986) wird nach diesem Modell als das Teilsystem des Arbeitsgedächtnisses aufgefasst, das für die Verarbeitung sprachlicher Informationen zuständig ist. Neben diesem ist im genannten Modell mindestens ein weiteres modalitätsspezifisches Hilfsystem vorgesehen, der visuell-räumliche Notizblock (visual-spatial sketchpad, VSSP).

Die Hilfssysteme unterstehen der zentralen Exekutive – einer modalitätsunspezifischen Kontrolleinheit – der eine Reihe regulatorischer Kontrollprozesse zugeschrieben werden, wie Aufmerksamkeitsfokussierung, Koordination der Subsysteme, Kontrolle von Enkodierungs- und Abrufstrategien, sowie der Abruf und die Manipulation von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis (Baddeley, 1996).

Die Unterscheidung der Modalitäten wurde durch spezifische Leistungseinbußen bei Doppelaufgaben nahe gelegt, verbale Anforderungen wurden durch visuelle Sekundäraufgaben weit weniger beeinflusst als die visuellen und umgekehrt, neuropsychologische Befunde stützen diese Unterscheidung (Baddeley & Logie, 1999). Die zwei modalitätsspezifischen Subsysteme lassen sich bereits bei 4jährigen Kindern unterscheiden (Roebers & Zoelch, 2005).

Es ließ sich auch zeigen, dass das verbale und visuell-räumliche Subsystem unterschiedliche Zusammenhänge zum Lernen und den Schulleistungen zeigen (Jarvis & Gathercole, 2003). Beide Subsysteme setzen sich aus einer passiven Speicherinstanz, zum einfachen Festhalten von Informationen und einem aktiven Kontrollprozess, der Rehearsalprozesse durchführt, zusammen. Weiterhin wurde noch ein „episodic buffer“ von Baddeley (2000) selbst eingeführt, eine integrative Instanz bezüglich multimodaler Informationen aus den Subsystemen und dem Langzeitgedächtnis.

Die Unterteilung des visuell-räumlichen Notizblocks wird erst seit Mitte der 90er Jahre diskutiert (Logie, 1995). Die passive Speicherkomponente ist für passiv-visuelle Informationen, der aktive Kontrollprozess eher für räumlich-dynamische Informationen zuständig (Pickering & Gathercole, 2001; Schumann-Hengsteler, Strobl & Zoelch, 2004).

Diese Unterscheidung stammte ursprünglich aus der Forschung zur phonologischen Schleife, dort wird zwischen dem phonologischen oder akustischen Speicher (*phonological store*) und dem artikulatorischen Kontrollprozess (*subvocal rehearsal*) unterschieden (Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975).

Akustisch dargebotenes Material findet sofort Eingang in den phonetischen Speicher, der das gehörte sprachliche Material für ca. 1.5 bis 2 Sekunden erhält. Wenn nicht artikulatorische Kontrollprozesse – eine Art inneres Sprechen – die Information aktiv bewahren, zerfällt der Speicherinhalt nach dieser Zeit. Der artikulatorische Kontrollprozess wird außerdem für die Rekodierung nichtphonologischen Inputs, z.B. Schrift

oder Bildern in ein phonologisches Format, das dann im phonologischen Speicher erhalten werden kann, genutzt.

Die Leistungsfähigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses hängt von den Qualitätsmerkmalen seiner beiden Komponenten ab. Nach Hasselhorn, Grube und Mähler (2000, bzw. Grube, Hasselhorn & Weiss, 1998) lassen sich für beide Komponenten jeweils zwei Merkmale identifizieren: Die Qualität des phonetischen Speichers hängt von dessen zeitlich dimensionierter Größe und von der Präzision ab, mit der er akustische Information ablegt und wiedergibt. Die Leistungsfähigkeit des subvokalen Rehearsalprozesses wird von seiner (automatischen) Aktivierbarkeit und seiner Geschwindigkeit bestimmt.

### *Operationalisierungen.*

Zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität werden im Wesentlichen drei verschiedene Aufgaben genutzt:

- Die *Gedächtnisspanne* ist die maximale Anzahl von Items (meist Ziffern oder Wörter), die im Anschluss an eine einmalige Darbietung in der vorgegebenen Reihenfolge (serial recall) reproduziert werden kann. In vielen Intelligenztests ist ein Untertest Zahlennachsprechens zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität enthalten.
- Zur Erfassung der Sprechrate wird üblicherweise die Dauer des mehrfachen (10~) Nachsprechens von Worttripeln (z.B. Hut-Bär-Tee) gemessen, anschließend werden die gesprochenen Wörter pro Sekunde berechnet.
- Beim *Kunstwörternachsprechen* oder Nonword-Repetition-Test (Gathercole, Willis, Baddeley & Emslie, 1994) sollen Versuchspersonen ihnen unbekannte Kunstwörter unterschiedlicher Silbenlänge einzeln, jeweils sofort nach der Darbietung, nachsprechen. Baddeley, Gathercole und Papagno (1998) argumentieren, dass dieses ein relativ reines Maß der phonologischen Schleifenkapazität sei, weil eine Unterstützung durch vorhandenes lexikalisches Wissen unwahrscheinlich sei.

### *Empirische Fundierung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses.*

Die Unterscheidung zwischen den zwei Komponenten der phonologischen Schleife ergibt sich aus vier verschiedenen Effekten, die im Rahmen traditioneller Gedächtnisspannenaufgaben gezeigt werden können.

- Beim *Effekt der phonologischen Ähnlichkeit* zeigt sich, dass eine geringere Anzahl von phonologisch ähnlichen (Topf, Schopf, Kopf) im Vergleich zu phonologisch unähnlichen (Maus, Tür, Rad) Items gemerkt werden kann.
- *Der Effekt der irrelevanten Sprache*, zeigt, dass die Behaltensleistung dann sinkt, wenn während der Behaltensanforderung irrelevante Sprache oder auch rhythmische Musik angeboten wird. Diese beiden Effekte werden auf Konfusionen in phonologischen Speicher zurückgeführt.
- Der *Wortlängeneffekt* zeigt, dass die Reproduktionsleistung von der zeitlichen Dauer, die für das Aussprechen der dargebotenen Wörter benötigt wurde, abhängig ist (heißt weniger lange oder mehr kürzere Wörter können gemerkt werden).
- Der *Effekt der artikulatorischen Unterdrückung* tritt dann auf, wenn die Probanden während der Behaltensanforderung für diese Aufgabe irrelevantes verbales Material nachsprechen sollen und dadurch die Leistung in dieser Aufgabe sinkt.

Da bei akustischer Itemdarbietung unter Bedingungen der artikulatorischen Unterdrückung der Wortlängeneffekt, nicht aber der akustische Ähnlichkeitseffekt verschwindet, hat Baddeley (1986) vorgeschlagen, den Ähnlichkeitseffekt auf die Funktionsweise des bereits genannten separaten phonologischen Speichers zurückzuführen, während der Effekt der artikulatorischen Unterdrückung und der Wortlängeneffekt ihre gemeinsame Ursache in der Funktionsweise des subvokalen Rehearsalprozesses finden.

Weiterhin argumentierte Baddeley (1986), dass der Wortlängeneffekt auf die Gedächtnisspanne eine Funktion der unterschiedlichen Nachsprechdauern für kurze und lange Wörter darstellt. Wird neben der Gedächtnisspanne die Sprechrate erfasst, indem man die Versuchspersonen kurze Itemsequenzen (meist Worttripel) so schnell wie möglich nachsprechen lässt, so findet man eine bedeutsame lineare Beziehung zwischen beiden Maßen, die nahe legt, dass die Gedächtnisspanne in etwa der Anzahl von Items entspricht, die Personen innerhalb von 1.87 Sekunden nachsprechen können (Baddeley et al., 1975). Die Sprechrate wurde dabei üblicherweise als Schätzmaß für die Geschwindigkeit des subvokalen Rehearsalprozesses (vgl. Cowan, 1997) bzw. der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Hasselhorn, 1988) interpretiert.



### *Kritik an den Operationalisierungen.*

#### 1. Sprechrate

Ferguson, Bowey und Tilley (2002) wiesen auf die hohe Korrelation der Sprechrate (Worttripel) mit Gedächtnisspannenaufgaben hin, die beim schnellen Nachsprechen von einzelnen Wörtern nicht so hoch ausfallen, und meinen, dass durch die Tatsache, dass drei Worte nachgesprochen werden sollen, bereits eine Gedächtnisanforderung gestellt wird.

Kail (1997) nimmt in seinem 2-Faktoren-Modell zur Entwicklung der Gedächtnisspanne an, dass zwei Mechanismen für den Zuwachs über das Alter verantwortlich sind: verdecktes Rehearsal und die Verfügbarkeit phonologischer Repräsentationen im LZG, die genutzt werden können, um unvollständig gemerkte Items zu rekonstruieren.

Ferguson und Bowey (2005) zeigten, dass die Sprechrate keine von der phonologischen Sensitivität und dem Wortschatz unabhängige Varianz in der Gedächtnisspanne aufklärte. Sie überprüften Kails (1997) 2-Faktoren-Modell zum Entwicklungszuwachs (an fünf- bis dreizehnjährigen) in der Gedächtnisspanne und fanden in ihrem Strukturgleichungsmodell, dass die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit über den schnelleren Zugriff auf das Langzeitgedächtnis auf die Gedächtnisspanne wirkt. Die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit wirkte zwar auch signifikant auf die Sprechrate (wie auch das LZG auf die Sprechrate), diese hatte in dieser Konstellation aber keinen Einfluss auf die Gedächtnisspanne.

Bei vierjährigen Kindern interpretierten Gathercole, Service, Hitch, Adams und Martin (1999) die Sprechrate als Ausdruck sprechmotorischer Outputfertigkeiten, die vor allem mit dem Kunstwörternachsprechen zusammenhängen.

#### 2. Gedächtnisspannenaufgaben

werden üblicherweise deshalb kritisiert, weil die hochbekannten phonologischen Strukturen (normalerweise Wörter), die dafür üblicherweise verwendet werden, automatisch lexikalische Repräsentationen aktivieren, die zur Redintegration führen. Das ist ein Prozess, bei dem unvollständige Gedächtnisspuren unter Nutzung des bekannten lexikalischen Wissens vervollständigt werden (Gathercole, Frankish, Pickering & Peaker, 1999; Schweikert, 1993). Dieser Prozess lässt sich zeigen durch die Überlegenheit von Wörtern gegenüber Kunstwörtern bei Gedächtnisspannenaufgaben (z.B. Hulme, Mughan & Brown, 1991), bzw. der höheren Leistung beim Abruf

von häufigen gegenüber selteneren Wörtern (Hulme et al., 1997). Deshalb wurde das Kunstwörternachsprechen als das „bessere“ Maß des phonologischen Arbeitsgedächtnisses vorgeschlagen (z.B. Gathercole & Baddeley, 1993).

### 3. Kunstwörternachsprechen

Snowling et al. (1991, Snowling, Goulardis, Bowlby & Howell, 1996) meinen und belegen, dass Kunstwörternachsprechen eine komplexe psycholinguistische Aufgabe ist, die neben Anforderungen an das phonologische Gedächtnis auch andere Komponenten wie Sprachwahrnehmung, die Segmentierung der Repräsentationen des Inputs, die Bereitstellung der artikulatorischen Instruktion sowie die Artikulation selbst beansprucht. Die Autoren argumentieren, dass die Zusammenfassung aller Verarbeitungskomponenten des Kunstwörternachsprechens unter dem Begriff des phonologischen Gedächtnisses, das nur eine der Komponenten dieses Maßes ist, eine Vereinfachung darstellt, die den Einfluss des phonologischen Gedächtnisses auf – in diesem Fall – den Wortschatzerwerb überschätzt.

Weiterhin kann den Kindern ihr Wissen über die phonologische Struktur der Sprache, das von ihrem eigenen Wortschatz, der ähnliche sublexikalische Sequenzen enthält, abgeleitet ist, beim Formen und Speichern der Repräsentationen der Kunstwörter helfen (Dollaghan, Biber & Campell, 1995, Henry & Millar, 1991; Snowling et al., 1991). Das könnte den Zusammenhang zwischen der Leistung im Nachsprechen von Kunstwörtern und der eingeschätzten Wortähnlichkeit erklären (Gathercole, 1995, Gathercole, Willis, Emslie und Baddeley, 1991; s. auch Dolloghan et al., 1995).

Archibald und Gathercole (2006, Archibald & Gathercole, in press b, Gathercole & Baddeley, 1990a) meinen, dass das Defizit im Kunstwörternachsprechen meist größer sei als der Rückstand im Wortschatz und diese Situation auf die Kausalrichtung hinweise.

Auch Bowey (1996) diskutiert einen Großteil gemeinsamer Varianz zwischen Aufgaben der phonologischen Bewusstheit und den von ihr eingesetzten Maßen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses, besonders dem Kunstwörternachsprechen. 2001 zeigte sie, dass die oft nachgewiesenen Zusammenhänge zwischen dem Wortschatz und dem Kunstwörternachsprechen durch eine grundlegende phonologische Verarbeitungsfähigkeit vermittelt werden, die teilweise auch die Repräsentationen im Sprachmodul reflektiert.

Metsala (1999) fand, dass der Zusammenhang zwischen Wortschatz und Kunstwörternachsprechen durch individuelle Unterschiede in der phonologischen Bewusstheit vermittelt waren. Er meinte daher, dass die Segmentierungsfertigkeiten die wesentliche Entwicklungsbedingung der Wortschatzentwicklung ist und zugleich für den Entwicklungszuwachs im Kunstwörternachsprechen verantwortlich.

Natürlich wurden diese Einwände teilweise widerlegt: So zeigten Gathercole und Baddeley (1990a), dass, obwohl sprachgestörte achtjährige Kinder im Vergleich zu sprachparallelisierten sechsjährigen Kindern Defizite im Kunstwörternachsprechen aufweisen, sie dennoch gleich erfolgreich beim Beurteilen von Gleichheit oder Verschiedenheit von Wort- oder Kunstwortpaaren waren, so dass der auftretende Unterschied nicht auf die *perzeptuelle Diskrimination* zurückzuführen ist.

Zugleich räumten sie den Einwand aus, dass der Unterschied durch eine evtl. unterschiedliche Auslösung von *Rehearsal* (Wortlängeneffekt) oder verschiedene Rehearsalgeschwindigkeiten (Sprechrates) zustande kommen könnte: es fand sich kein Unterschied in der Sprechrates zwischen den Gruppen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass diese Prozesse zumindest nicht für die Differenz im Kunstwörternachsprechen zu sprachgleichen Kindern verantwortlich sind. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe gleicher nonverbaler Intelligenz blieb die Unterlegenheit der sprachgestörten Kinder in der Sprechrates jedoch nur wegen der kleinen Stichprobe nicht-signifikant ( $t(4) = 1.81, p > .05$ ).

Dass Kinder mit schlecht entwickelten *artikulatorischen Fertigkeiten* vergleichsweise schlechte Nachsprechleistungen erbringen, ist unbestritten. Der Zusammenhang von Wortschatz und Kunstwörternachsprechen wird jedoch nicht – zumindest nicht überwiegend – durch eventuelle Outputschwierigkeiten bedingt: es existiert auch ein statistischer Zusammenhang zwischen Kunstwörterwiedererkennen und dem experimentellen Erwerb neuer Wörter (vgl. Gathercole, Hitch, Service & Martin, 1997) bzw. dem Wortschatz und der Zusammenhang blieb auch bestehen, wenn die Sprechrates auspartialisiert wurde (Gathercole, Service, Hitch, Adams & Martin, 1999).

Gathercole und Baddeley (1990a) gingen ebenfalls der Outputhypothese nach und fanden im Vergleich zu den Kontrollgruppen keine größere Sensitivität der Gruppe der sprachgestörten Kinder auf Konsonantencluster. Allerdings fanden Bishop, North und Donlan (1996) in einer vergleichbaren Studie mit demselben Material – neben ansonsten gleichen Ergebnissen – eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und artikulatorischer Komplexität. Vor dem Hintergrund, dass sich die Stichprobengrößen

stark unterschieden, bietet sich die deutlich geringere Teststärke in der Studie von Gathercole und Baddeley (1990a, N=6/6) im Vergleich zur Studie von Bishop et al. (1996) als Erklärung für diese Diskrepanz in den Ergebnissen an, so dass nicht auszuschließen ist, dass artikulatorische Outputprobleme der Grund für schlechte Nachsprechleistungen sind.

Sahlen, Reuterskiold-Wagner, Nettelbladt und Radeborg (1999) fanden in einer Gruppe junger Kinder mit Sprachstörungen, dass die Reife der phonologischen Output-Prozesse eng mit den Kunstwörternachsprehscores zusammenhing. Es ist jedoch unklar, wieweit die ganze Größe des Defizits im Kunstwörternachsprechen sich dadurch erklären lässt. Archibald und Gathercole (2006) meinen, dass es an sich üblich sei, Kinder mit deutlichen artikulatorischen Schwierigkeiten auszuschließen, dennoch ließe sich nicht vermeiden, dass subtilere Schwierigkeiten dennoch vorliegen.

In einer Untersuchung mit Kindern im Alter von 7 und 10 Jahren konnten Hasselhorn und Seidler (1999) zeigen, dass der Effekt der Wortähnlichkeit auf die Leistung beim Nachsprechen von Kunstwörtern einerseits altersinvariant ist und andererseits keinen Einfluss auf den positiven statistischen Zusammenhang zwischen Nachsprechleistung und dem *Wortschatz* der Kinder hat. Adams und Gathercole (1996) konnten zeigen, dass das phonologische Arbeitsgedächtnis einen bedeutsamen Einfluss auf die produktiven Sprachleistungen vier- und fünfjähriger Kinder hat, auch wenn Alter, nonverbale Intelligenz und das Wortschatzwissen auspartialisiert wurden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Einwände von Snowling, Chiat und Hulme (1991) aufgrund der Befundlage nicht vollständig widerlegt werden können, dass der Zusammenhang zwischen dem Nachsprechen von Kunstwörtern und dem Wortschatz jedoch – soweit untersucht – zumindest dann meist erhalten bleibt, wenn jeweils eine der Variablen kontrolliert wurde.

Dem Einwand, dass *phonologische Segmentierungsfertigkeiten* die Leistung im Kunstwörternachsprechen beeinflussen, wird in dieser Arbeit nachgegangen werden. Archibald und Gathercole (2006, Archibald & Gathercole, in press b) räumen ein, dass sie in ihrer aktuellen Studie auch Entwicklungsrückstände sprachgestörter Kinder in der phonologischen Bewusstheit fanden, da diese jedoch deutlich geringer als die im Kunstwörternachsprechen waren, schließen sie den unmittelbaren Zusammenhang aus.

Weiterhin meinen Archibald und Gathercole (2006), dass sich beispielsweise Defizite sprachgestörter Kinder auch in Gedächtnisspannenaufgaben zeigen lassen, die die Wiederholung hochbekannten Materials erfordern, wo phonologische Schwierigkeiten, Segmentierungs- und Outputprobleme keine Rolle spielen sollten. Auch das wird sich in dieser Arbeit überprüfen lassen.

### *Entwicklungsveränderungen in der Kindheit.*

Entwicklungsveränderungen im Arbeitsgedächtnis wurden über die gesamte Lebensspanne beobachtet. Es gibt einen kontinuierlichen Altersanstieg der Gedächtnisspanne vom Kindergartenalter bis ins frühe Erwachsenenalter (zusammenfassend Dempster, 1981). Während z.B. ein vierjähriges Kind im Durchschnitt eine Ziffernschpanne von zwei bis drei Items aufweist, verdoppelt sich diese bis zum 12. Lebensjahr, während die Gedächtnisspanne für Wörter dafür fast die doppelte Zeit benötigt. Der phonetische Speicher scheint bereits spätestens ab dem dritten Lebensjahr verfügbar zu sein und zu funktionieren, während der subvokale Rehearsalprozess erst mit etwa sieben Jahren eine Rolle spielt (Gathercole, 1998; Cowan, 1992). Im Vorschulalter benutzen Kinder in der Regel keine subvokale Rehearsal-Strategie, um akustische Repräsentationen im phonetischen Speicher zu behalten. Dennoch verändert sich auch schon vor dem siebenten Lebensjahr die Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses, das zeigt sich in einem entsprechenden Altersanstieg der Gedächtnisspanne.

Neben diesen frühen intraindividuellen Veränderungen der Leistungsfähigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses lassen sich auch bei der Betrachtung Gleichaltriger systematische interindividuelle Differenzen beobachten. Dies wirft die Frage auf, worauf diese Altersveränderungen und interindividuellen Differenzen vor dem Zeitpunkt zurückzuführen sind, an dem Kinder die Nutzung von Rehearsal-Strategien lernen.

Henry und Millar (1993) meinen, dass keine der bis dahin angebotenen Interpretationen (Itemidentifikationszeit, Einsatz und Tempo der Rehearsalstrategie, Einfluss von Langzeitwissen) eine ausreichende Erklärung des Zuwachses bietet. Die Autoren unterscheiden als Ergebnis ihres Reviews drei Hauptkomponenten der Arbeitsgedächtnisentwicklung im Vorschulalter: (1) einen phonologischen Inputspeicher, dessen Inhalt über die Zeit zerfällt, (2) ein Sprachoutputsystem, das für einfachen Output

oder für aktives Rehearsal des Outputs genutzt werden kann und (3) das lexikalische Langzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis für Sprachoutputprozeduren. Diese drei Komponenten beeinflussen sich wechselseitig.

### 3.2 Phonologische Bewusstheit

---

Im Zusammenhang mit der Forschung zu Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (LRS) hat sich seit den 70er Jahren (Mattingly, 1972) der Begriff phonologische Bewusstheit ausgebildet. Skowronek und Marx (1989) unterscheiden zwischen phonologischer Bewusstheit im weiteren und engerem Sinne: In konkreten, dem Kind vertrauten Spielhandlungen sind Anforderungen enthalten, die das Umgehen mit den lautlichen Aspekten der Sprechsprache verlangen, diese werden als phonologische Bewusstheit im weiteren Sinne (i.w.S.) bezeichnet. Beispielaufgaben wären hier das Erkennen von Reimen („Reimt sich Poch-Joch; Poch-Tuck?“) oder das Klatschen von Silben.

Phonologische Bewusstheit im engeren Sinne (i.e.S.) erfordert explizite Operationen mit lautlichen Strukturen (z.B. Anfangslaut erkennen, Laute zusammenfügen, Pseudowörter segmentieren), die weder semantische noch sprechrhythmische Bezüge aufweisen. Mögliche Operationalisierungen wären hier: das Erkennen von Anfangslauten („Hörst Du ein A in Ameise?“), das Zusammenfügen von Lauten („Z-ange“ wird getrennt gesprochen und die Kinder können aus vier Bildern auswählen.) oder das Segmentieren von Pseudowörtern (Alle Laute sollen extra gesprochen werden, evtl. einen Chip für jeden Laut legen.)

Bei deutschsprachigen Vorschulkindern, die über keine Schriftspracherfahrung verfügen sind Phonemanalyse- und -syntheseleistungen (phonologische Bewusstheit i.e.S.) nicht oder nur in rudimentären Ansätzen nachweisbar (Jansen, 1985, 1992; Mannhaupt & Jansen, 1989); sie analysieren lediglich größere Einheiten (Silben und Reime) oder prominente phonetische oder phonologische Merkmale eines Wortes (betonte Vokale, Anlaute), wenn zusätzlich die kognitiven Anforderungen niedrig genug sind. Synthetische Leistungen beschränken sich gleichfalls auf Silben und Einheiten, die einen Vokal enthalten (Jansen, 1992; Mannhaupt & Jansen, 1989), Vorschulkinder sind unfähig zur Phonemsynthese. Mit dem Beginn des Leseunterrichtes entwickelt sich die phonologische Bewusstheit drastisch (Ehri, 1984, 1987).

Lonigan, Burgess, Anthony und Barker (1998) untersuchten die Entwicklung der phonologischen Sensitivität längsschnittlich an 350 Kindern jeweils jährlich zwischen zwei und fünf Jahren. Die Leistungen der jüngsten Kinder waren sehr gering, allerdings zeigte bereits ein Viertel der zweijährigen und ein Drittel der dreijährigen Kinder in einer Reimaufgabe Leistungen über dem Zufallsniveau. Einige wenige Kinder

konnten auch schon Items auf Phonemniveau lösen. Insgesamt fanden sie, dass die phonologische Sensitivität über die Zeit zunahm und an Stabilität gewann. Sie zeigten, dass auch schon junge Kinder phonologische Sensitivität haben können und aufgrund der vorliegenden Interkorrelationen (Phonem, Silbe, Wort innerhalb des gleichen Aufgabentyps) niedrigere Niveaus als Vorläufer der höheren interpretierbar sind. Weiterhin gab es Unterschiede zwischen den sozialen Schichten.

Die Schwierigkeit der Aufgabe ist auch abhängig von ihrer Komplexität: Oakhill und Kyle (2000) zeigten eine höhere Gedächtnisbelastung bei einer sound-categorisation-task ( z.B. plum, plane, drum, plod; Kinder sollten das aussortieren, was nicht dazu passt) im Vergleich zu einer phonem-deletion-task (what is blame without the /b/ sound at the beginning) bei 8jährigen Kindern, das phonologische Gedächtnis klärte nur in der ersteren unabhängige Varianz auf.

Kail (1997) verwendete Aufgaben der phonologischen Sensitivität als Operationalisierung für die Verfügbarkeit phonologischer Repräsentationen im Langzeitgedächtnis, die nötig sind, um phonologische Strukturen zu merken und zu manipulieren. Er fand aber, dass diese Aufgaben doch eher die phonologischen Analysefähigkeiten erfassen.

Interessanterweise lässt sich die phonologische Bewusstheit im Gegensatz zum phonologischen Gedächtnis sehr gut trainieren (z.B. Marx, Weber & Schneider, 2005; Segers & Verhoeven, 2005).



## **4 PHONOLOGISCHE VERARBEITUNG; WORTLERNEN UND SPRACHENTWICKLUNGSSTÖRUNG**

### **4.1 Phonologisches Arbeitsgedächtnis sprachentwicklungsgestörter Kinder**

---

Bei vielen sprachlichen und nichtsprachlichen Aufgaben wurden wiederholt Unterschiede zwischen Gruppen sprachauffälliger und sprachlich-unauffälliger Kinder gefunden. Obwohl man sicher annehmen kann, dass den größten Teil der Autoren die Suche nach den Ursachen der Sprachstörung bewegte, lässt sich aus dem Vorhandensein eines solchen Unterschiedes nicht folgern, dass es sich dabei tatsächlich um eine Ursache dafür handelt. Möglich ist auch, dass die Defizite ein Folgeproblem der Störung sind oder dass sie indirekt, d.h. durch weitere Variablen vermittelt werden. Einer der diesbezüglich am besten untersuchten Bereiche ist das phonologische Arbeitsgedächtnis. Tabelle 2 bietet einen Überblick über gefundene Unterschiede in den üblichen Gedächtnismaßen.

Des Überblicks halber wurden mittlere Effektstärken für die einzelnen Maße des Arbeitsgedächtnisses berechnet, trotz der bekannten Problematik, dass in einem solchen Mittelwert (MW) weder die Qualität der einzelnen Studien, noch die Unterschiedlichkeit der eingesetzten Maße berücksichtigt wird. Dabei zeigte sich ein besonders großes Defizit der sprachgestörten Kinder im Kunstwörternachsprechen. Dolloghan und Campbell (1998) zeigten, dass die Leistung im Kunstwörternachsprechen perfekt zwischen sprachauffälligen und unauffälligen Kindern diskriminierte. Conti-Ramsden und Mitarbeiter (Conti-Ramsden, 2003; Conti-Ramsden, Botting & Faragher, 2001) zeigten, dass Kunstwörternachsprechen ein nützlicher klinischer Marker ist, bei älteren Kindern jedoch die schwierigere Aufgabe des Sätzenachsprechens nützlicher ist.

In einigen Studien wurden sprachgestörte Kinder mit Kindern des gleichen Sprachentwicklungsstandes verglichen. Damit wurde das Ziel verfolgt, den Wert korrelativer Daten für Aussagen zur Ursachenfrage zu erhöhen: sollten die sprachgestörten Kinder selbst den sprachgleichen jüngeren Kindern unterlegen sein, dann wäre dieses Defizit größer als ihr Rückstand in der Sprachentwicklung und ließe sich nach dem Vorschlag von Bishop (1992) als Verursachungsfaktor interpretieren.

Tabelle 2: Phonologische Arbeitsgedächtnisdefizite sprachgestörter Kinder

Gedächtnismaß	Alter VG	N VG/KG	d	t-Wert / Signifikanzniveau <sup>b</sup>	Studie
Gedächtnisspannenaufgaben					
ZN	7;9	10/13	0.48	*	Schöler, Kratzer, Kürsten und Schäle (1991)
ZN	8;4	22/13	1.11	*	
WN1s	8;9	24/24	1.38	4.72 *	Hasselhorn, Hille, Süß, Werner und Grube (1995)
WN3s			0.70	2.46 *	
ZN	9;7	23/15	0.94	*	Schöler et al. (1991)
ZN	10;2	13/12	1.87	*	
ZN	9;4	15/Test	1.21	?	Archibald & Gathercole (2006)
WN			1.51	?	
mittlere Effektstärke			1.15		
Kunstwörternachsprechen (KN)					
mehrsilbig	6	18/20	--	*	Leitao, Hobgen und Fletcher (1997)
KN	7;07	39/79	1.50	7.82 *	Bishop, North und Donlan (1996)
1silbig <sup>a</sup>	8;06	6/6	5.54	F(1;8)=13.97*	Gathercole und Baddeley (1990a)
1-4silb?			4.86	*	
z..T. rauschen	8;9	24/24	1.07	3.77 *	Hasselhorn et al. (1995)
KN einfach	6;11 – 9;2	12/12	2.50	F(2;33)=19.6 * (drei Gruppen in der Analyse)	Kamhi und Catts (1986)
KN komplex			2.15		
KN gesamt			2.85		
1silbig	6;11 – 9;2	12/12	3.27	*	Kamhi, Catts, Mauer, Apel und Gentry (1988)
1s,Rauschen			1.19	*	
3-KN-Liste			3.26	*	
mehrsilbig			2.16	*	
CNRep	8;4	15/Test	4.71	?	Archibald & Gathercole (2006)
mittlere Effektstärke			2.92		
Artikulationsrate					
1silbig	8;6	6/6	1.56	n.s.	Gathercole und Baddeley (1990a)
3silbig			1.09	n.s.	
1silbig	8;9	24/24	2.04	7.25 *	Hasselhorn et al. (1995)
3silbig			1.34	4.59 *	
mittlere Effektstärke			1.51		

Anmerkungen:

jeweils verglichen mit Kontrollgruppe gleicher nonverbaler Intelligenz

<sup>a</sup> Testdecke bei KG, deshalb verringerte Varianz<sup>b</sup> falls angegeben; wenn nur angegeben: Unterschied vorhanden bzw. signifikant, dann wird angenommen  $p < .05$ 

ZN Zahlennachsprechen

WN Wörter nachsprechen

CNRep Childrens Test of Nonword Repetition (Gathercole et al., 1994)

Eine der differenziertesten Studien ist noch immer die von Gathercole und Baddeley (1990a). Die Leistung der sprachgestörten Kinder (8;6 Jahre alt) wurde jeweils mit einer Gruppe von sprachlich-unauffälligen Kindern (7;8 Jahre alt) und einer Gruppe jüngerer Kinder (6;6 Jahre alt, parallelisiert nach Wortschatz und Leseleistung) verglichen. Defizite der sprachgestörten Kinder sollten sich dabei beim Vergleich mit der intelligenzparallelisierten Gruppe zeigen, der Vergleich mit der sprachparallelisierten Gruppe sollte Hinweise auf einen möglichen Kausalzusammenhang geben, dann sollte die Leistung der sprachgestörten Kinder noch schlechter sein.

Die sprachgestörten Kinder waren der jüngeren sprachparallelisierten Gruppe beim Nachsprechen von einzelnen Kunstwörtern als auch z.T. bei Gedächtnisspannenaufgaben unterlegen. Alle untersuchten Gruppen zeigten den Wortlängeneffekt und den phonetischen Ähnlichkeitseffekt, so dass nicht angenommen werden kann, dass die geringen Gedächtnisleistungen dadurch verursacht werden, dass keine phonologische Speicherung oder kein subvokales Rehearsal stattfindet. Weiterhin unterschieden sich die Gruppen nicht in der Artikulationsrate, so dass die Erklärung der Unterschiede durch eine unterschiedliche Rehearsalgeschwindigkeit entfällt. Es fanden sich auch keine Differenzen zwischen den Gruppen beim Erkennen von Unterschieden zwischen Items und auch keine Interaktion zwischen der Konsonantenkomplexität der Items und der Gruppe.

Gathercole und Baddeley (1990a) schlagen aufgrund dieser Befundlage vor, die Ursache der Sprachschwierigkeiten im phonologischen Speicher zu suchen und spekulieren, dass es möglich sei, dass die Prozesse der akustischen und segmentalen Analyse der phonologischen Ereignisse verwechselt sein könnten, so dass die Repräsentationen wenig diskriminationsfähig und abrufbar sind.

Eine weitere Möglichkeit sei, dass die Kapazität des phonologischen Speichers geringer ist, so dass entweder weniger Items gespeichert werden oder die gleiche Anzahl weniger häufig und redundant, was zu einer weniger adäquaten Gedächtnisspur führt. Oder aber, die Gedächtnisspur dieser Kinder zerfällt schneller. In jedem dieser Fälle lägen die Ursachen eher in den phonologischen Repräsentationen als in der phonologischen Schleifenkomponente und führen zu gestörten phonologischen Gedächtnisfertigkeiten (Gathercole & Baddeley, 1990a).

Van der Lely und Howard (1993) fanden keine Unterschiede im Nachsprechen von Listen einsilbiger Wörter und Kunstwörter, aufgrund dieses Befundes kritisieren sie die Arbeit von Gathercole und Baddeley (1990a, siehe ausführlich 4.2), die Defizite

im Nachsprechen von (vor allem mehrsilbigen) Kunstwörtern im Vergleich zu sprachparallelisierten jüngeren Kindern gefunden wurden. Sie meinen die geringe Stichprobengröße bei Gathercole und Baddeley (1990a) und die Art der Auswahl der Sprachkontrollgruppe sei ungünstig.

In einer weiteren Studie (Hasselhorn et al., 1995; Hasselhorn & Werner, 2000) gelang die Replikation der Gathercole-Studie : 24 „dysgrammatische“ Kindern einer Sprachheilschule (Durchschnittsalter 8;9) mit unauffälliger nonverbaler Intelligenz wurden mit 24 jüngeren sprachgleichen Kindern verglichen (Durchschnittsalter 5;7). Die Gruppen waren bezüglich des Verstehens und Imitierens grammatisch verschiedenen komplexer Sätze äquivalent. Die Kinder unterschieden sich nicht in der Größe der Gedächtnisspanne, dem Ausmaß des phonologischen Ähnlichkeitseffektes oder des Wortlängeneffektes. Wie schon bei Gathercole und Baddeley (1990a) fand sich jedoch eine Unterlegenheit der sprachgestörten Kinder beim Nachsprechen viersilbiger Kunstwörter, während die Gruppen bei zwei- und dreisilbigen Wörtern vergleichbar waren. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass sich dieser Gruppenunterschied egalisiert, wenn die Darbietung der Kunstwörter akustisch verrauscht wurde.

Die weitere Unterteilung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses durch Hasselhorn, Grube und Mähler (2000) regt dazu an, die vorliegenden Befunde danach zu sortieren. Sie unterscheiden für den phonetischen Speicher dessen zeitlich dimensionierte Größe und von die Präzision, mit der er akustische Information ablegt und wiedergibt. Die Leistungsfähigkeit des subvokalen Rehearsalprozesses wird von seiner (automatischen) Aktivierbarkeit und seiner Geschwindigkeit bestimmt.

Gathercole und Baddeley (1990a) sowie Hasselhorn, Grube und Mähler (2003) sehen die Ursache der spezifischen Sprachentwicklungsstörung im phonetischen Speicher, letztere in der Präzision des phonetischen Speichers.

#### *Zeitliche Größe des phonetischen Speichers:*

In beiden genannten Studien lässt sich ein Leistungsabfall bei längeren Kunstwörtern zeigen, dieser könnte seine Ursache in der zeitlichen Dimension des phonetischen Speichers haben. Auch Archibald und Gathercole (in press, siehe auch Archibald & Gathercole, 2006) zeigten, dass die Gruppe spezifisch sprachgestörter Kinder geringere Leistungen beim Kunstwörternachsprechen aller Silbenlängen zeigten, jedoch die Defizite bei langen Kunstwörtern am größten waren. Interessanterweise zeigten die zwei Kontrollgruppen vergleichbare Leistungen in diesem Test, wenn der Einfluss

der nonverbalen Intelligenz statistisch ausgeschlossen wurde. Im Gegensatz dazu zeigte die Gruppe der sprachgestörten Kinder ein qualitativ unterschiedliches Leistungsmuster mit zunehmender Sensitivität für die Kunstwortlänge.

*Verarbeitungspräzision des phonetischen Speichers:*

Spezifisch-sprachgestörte Kinder scheinen sensitiv auf phonetische Ähnlichkeit zu reagieren. Der Effekt der phonetischen Ähnlichkeit ließ sich durch Gathercole und Baddeley (1990a), Hasselhorn, Grube und Mähler (2003) sowie van der Lely und Howard (1993) zeigen. Der Effekt zeigte sich bei den längeren Listen (5 & 6) bei Gathercole & Baddeley (1990a) nicht.

Unter verrauschter Präsentation der Kunstwörter konnten Hasselhorn et al. (2003) zeigen, dass der Leistungsunterschied zur sprachgleichen Kontrollgruppe bei viersilbigen Kunstwörtern verschwand. Im Vergleich zur intelligenzgleichen Kontrollgruppe blieb ein Rückstand sichtbar. Archibald und Gathercole (2006) interpretieren den gefundenen Effekt der Länge beim Kunstwörternachsprechen (Gathercole & Baddeley, 1990a) so, dass entweder durch erhöhte Zerfallsraten vor dem Output oder zunehmender Wahrscheinlichkeit von Rauschen oder von inkorrekten Repräsentationen im phonologischen Speicher bei sprachgestörten Kindern zustande kommen könnte.

*Prinzipielle Aktivierung des subvokalen Rehearsalprozesses:*

Dysgrammatische Kinder zeigen einen Wortlängeneffekt (Gathercole & Baddeley, 1990a (da nicht bei 6 Items); Hasselhorn et al., 2003), der von Hasselhorn et al. (2000) als Beleg für die Aktivierung von Rehearsal interpretiert wird. In einer Diplomarbeit (Süß, 1997) zeigte sich allerdings der Wortlängeneffekt nur bei intelligenzgleichen Kontrollkindern, nicht aber sprachentwicklungsgestörten Achtjährigen.

*Geschwindigkeit des subvokalen Rehearsalprozesses:*

Die Sprechrate war bei Gathercole und Baddeley (1990) den Kontrollgruppen vergleichbar, bei Hasselhorn et al. (2003) zeigten die intelligenzgleichen Kinder eine höhere Leistung, die der sprachgestörten Kinder war der Sprachkontrollgruppe vergleichbar. Der Befund von Gathercole und Baddeley (1990a) war vermutlich auf die geringe Stichprobengröße zurückzuführen.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass sich bei jeder der vier Komponenten Unterschiede zu sprachlich-unauffälligen Kindern zeigen ließen, schlechter als die sprachgleiche Kontrollgruppe waren die sprachgestörten Kinder aber nur beim Nachsprechen langer Kunstwörter.

## 4.2 Phonologisches Arbeitsgedächtnis und Wortlernen

---

Zum Zusammenhang von phonologischem Arbeitsgedächtnis und Sprachleistungen liegen zahlreiche Studien vor. Vielfach wurden dabei Zusammenhänge zu grammatisch-strukturellem Wissen berichtet (z.B. Adams & Gathercole, 1995; Bowey, 1996; Hasselhorn & Körner, 1997), eine größere Anzahl an Studien ging auch der Hypothese nach, dass der Erwerb des Wortschatzes eng mit dem phonologischen Arbeitsgedächtnis assoziiert ist.

### 4.2.1 Korrelative Untersuchungen mit unauffälligen Kindern

In einer Vielzahl von Untersuchungen finden sich konsistent Korrelationen zwischen dem phonologischen Arbeitsgedächtnis und dem Lernen neuer Wörter. Eine Auswahl findet sich in Tabelle 3, die einer Arbeit von Baddeley, Gathercole und Papagno (1998) entnommen und ergänzt wurde.

In ihrer Längsschnittstudie untersuchten Gathercole, Willis, Emslie und Baddeley (1992) 80 Kinder viermal: im Alter von 4, 5, 6 und 8 Jahren (siehe Abbildung 1). Auf allen Altersstufen fanden sich signifikante Zusammenhänge zwischen dem rezeptiven Wortschatz und der Leistung im Kunstwörternachsprechen, dabei waren die Korrelationen zu den ersten drei Zeitpunkten deutlich höher ( $r > .50$ ) als die zum letzten Zeitpunkt ( $r = .28$ ), die Korrelationen blieben nach Kontrolle von Alter und Intelligenz erhalten. Da Korrelationen nichts über die Richtung der Kausalität aussagen und auch der umgekehrte Zusammenhang, also dass das lexikalische Wissen das Nachsprechen der Kunstwörter unterstützt, plausibel ist, wurden in einem weiteren Schritt zeitverzögerte Kreuzkorrelationen berechnet. So wurden in diesem Fall jeweils die Korrelation zwischen dem früheren Kunstwörternachsprechen und dem späteren Wortschatz (angenommene Kausalrichtung) verglichen mit der Korrelation zwischen dem früherem Wortschatz und dem späteren Kunstwörternachsprechen. Die Ergebnisse dieses Verfahrens wurden in dieser Studie besonders deutlich, wenn das Alter, die Intelligenz sowie die früheren Werte des in der Korrelation späteren Maßes auspartialisiert wurden (siehe Abbildung 1).

Zwischen den Altersstufen von vier und fünf Jahren zeigte sich, dass die Korrelation zwischen dem früheren Kunstwörternachsprechen und dem Wortschatzzuwachs

Tabelle 3: Einfache und Partialkorrelationen (nonverbale Intelligenz, <sup>1</sup> & Alter) zwischen Maßen des phonologischen Gedächtnisses und Wortschatzmaßen in verschiedenen Studien

Al- ter	Korrelation		Partialkorrelation		N	Studie
	NR	ZN	NR	ZN		
3;00	.34	.15 n.s.	.31	.16 n.s.	54	Gathercole und Adams (1993)
3;09			.52	.49	30	Hasselhorn, Mähler & Grube (2005) <sup>1</sup>
			.68	.71	30	Hasselhorn, Mähler & Grube (2005) <sup>1</sup>
4;01	.49	.28	.47	.22	70	Gathercole und Adams (1994)
4;01	.54		.67		18	Gathercole, Service, Hitch, Adams & Martin (1999)
4;01			.25, n.s.	.51	30	Hasselhorn, Mähler & Grube (2005) <sup>1</sup>
4;07	.56	--	.46	--	80	Gathercole, Willis, Emslie u. Baddeley (1992)
4;09	.41	.28	.41	.29	57	Gathercole, Willis und Baddeley (1991)
4;10	.46		.30 / .27		310	Adams, Bourke & Willis (1999)
5;02			.31, n.s.	.42	30	Hasselhorn, Mähler & Grube (2005) <sup>1</sup>
			.29, n.s.	.33, n.s.	30	Hasselhorn, Mähler & Grube (2005) <sup>1</sup>
5;03	.34	.20 n.s.	.36	.18 n.s.	70	Gathercole und Adams (1994)
5;05	.29	.42	--	--	238	Bowey (1996)
5;06	.48	--	--	--	48	Michas und Henry (1994)
5;07	.52	--	.50	--	80	Gathercole, Willis, Emslie u. Baddeley (1992)
5;07	.60/.59/.51	.40/.44/.38	.48/.47/.36	.26/.31/.22 n.s.	65	Gathercole, Hitch, Service & Martin (1997)
5;07	.61	.44	.49	.29	65	Gathercole, Service, Hitch, Adams & Martin (1999)
5;09	-.01 n.s.				58	Hu (2003) <sup>1</sup>
5;09	.41	.38	.31	.28	51	Gathercole, Willis und Baddeley (1991)
5;09	.61	.44	.53	.38	65	Gathercole, Hitch, Service und Martin (1997)
5;09	.60	.40	.48	.26	65	Gathercole, Hitch, Service u. Martin (1997) <sup>2</sup>
	.59	.44	.47	.31		
	.51	.38	.36	.22		
6;01			.36*	.33		Hasselhorn, Mähler & Grube (2005) <sup>1</sup>
6;07	.56	.44	.48	.33	80	Gathercole, Willis, Emslie u. Baddeley (1992)
6;03	.40				58	Hu (2003) <sup>3</sup>
8;07	.28	.22 n.s.	.36	.23 n.s.	80	Gathercole, Willis, Emslie u. Baddeley (1992)
10;03	.50	.43			45	Masoura & Gathercole (1999) <sup>4</sup>
13;10	--	.49	--	.46	60	Gathercole, Hitch, Service und Martin (1997)
13;10	.39	.37	.32	.39	60	Gathercole, Service, Hitch, Adams & Martin (1999)

Anmerkungen:

Kursiv: aus Tabelle 1 in Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998

wenn nicht anders angegeben:  $p < .05$

NR Kunstwörter nachsprechen ZN Zahlen nachsprechen

<sup>2</sup> drei Wortschatzmaße, Partialkorrelation Alter und nonverbale Intelligenz, Originalstudie, aber bereits in Tabelle enthalten

<sup>3</sup> „chinesische“ Kunstwörter, drei zweisilbige pro Set

<sup>4</sup> griechische Studie



größer war als der umgekehrte nichtsignifikante Zusammenhang zwischen dem früheren Wortschatz und dem Zuwachs im Kunstwörternachsprechen. Mit zunehmendem Alter veränderte sich jedoch die gefundene Kausalrichtung: im Alter zwischen fünf und sechs Jahren zeigte sich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem früheren Wortschatz und dem Zuwachs im Kunstwörternachsprechen, der umgedrehte Zusammenhang zwischen dem früheren Gedächtnismaß und dem Wortschatzzuwachs wurde nicht signifikant. Ein ähnliches Befundmuster zeigte sich im Alter zwischen sechs und acht Jahren, zusätzlich auch für den in dieser Altersstufe erhobenen Zusammenhang zwischen Zahlenspanne und Wortschatz.

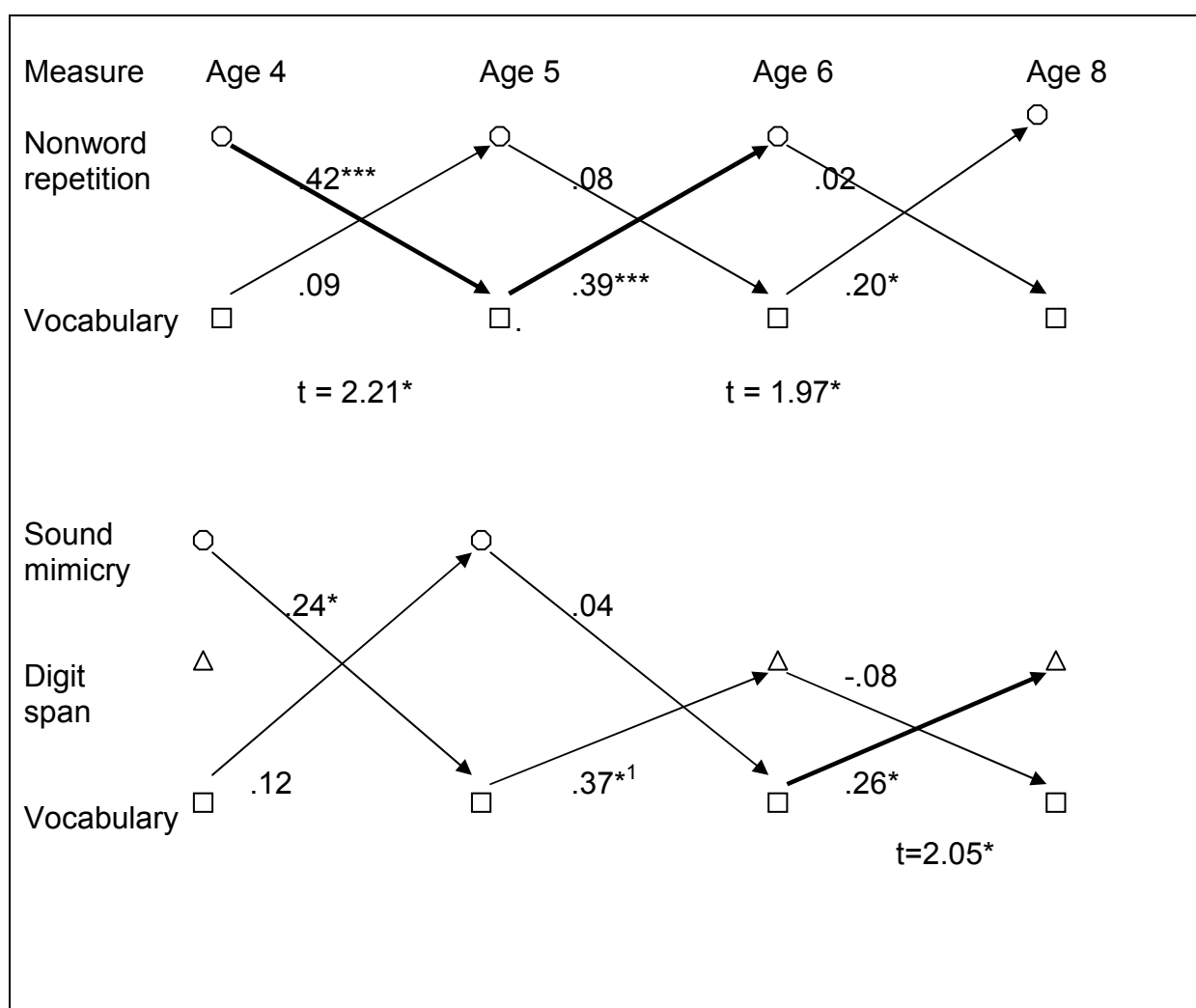


Abbildung 1: Kreuzpartialkorrelationen (Alter, nonverbale Intelligenz, sowie gleiche Variable früherer Zeitpunkt auspartialisiert) zwischen phonologischem Gedächtnis und Wortschatzscores, nach Gathercole et al. (1992); beim Sound-mimicry-test (Goldman, Fristoe & Woodcock, 1974) werden ebenfalls Kunstwörter nachgesprochen (t-Werte ergänzt; <sup>1</sup> Korrelation ergänzt, hier kein Vergleich möglich, da verschiedene Maße)

Gathercole und Baddeley (1993) erklären sich den Einfluss des phonologischen Gedächtnisses auf den Wortschatz so, dass Kinder mit guten phonologischen Gedächtnisfähigkeiten phonologische Gedächtnisspuren produzieren, die hochdiskriminierbar und dauerhaft sind. Als Konsequenz daraus folgt für diese Kinder eine größere Wahrscheinlichkeit, dass einige dieser phonologischen Spuren a) dauerhaft werden und b) mit ihrem Gegenstand verknüpft werden.

Als Erklärungsmöglichkeit für den umgekehrten Zusammenhang nach dem fünften/sechsten Lebensjahr diskutieren Gathercole und Baddeley (1993) die Zunahme des Einflusses anderer Entwicklungsfaktoren. Sie nennen zum einen die Zunahme der Nutzung von Analogien zu existierenden Wortschatzitems (Gathercole, Willis & Baddeley, 1991), um die phonologische Form neuer Wörter zu lernen, zum anderen meinen sie, dass andere Aspekte des Wortschatzerwerbs an Bedeutung gewinnen, wie der Erwerb der Bedeutung eines neuen Konzeptes, was sie mit der Zunahme des Erwerbs abstrakterer Begriffe begründen, die nicht einfach mit einem physischen Objekt in der Umgebung korrespondieren. Weiterhin nennen und belegen (Cunningham & Stanovich, 1991; Gathercole und Baddeley, 1993) die Autoren den zunehmenden Einfluss des Ausmaßes der Leseaktivität auf die Größe des Wortschatzes, der wahrscheinlich bereits ausreichend wäre, den Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zu überschatten.

Dass das phonologische Arbeitsgedächtnis auch bei Kindern, die deutlich älter sind als fünf Jahre, seinen Einfluss auf den Wortschatzerwerb behält, konnte Service (1992) in einer Studie zum Zweitsprachenerwerb zeigen. Der Autor erfasste die Fähigkeiten von neunjährigen finnischen Kindern im Kunstwörternachsprechen, kurz bevor sie begannen Englisch zu lernen. Es zeigte sich, dass die Leistung im Kunstwörternachsprechen mit der zweieinhalb Jahre späteren Englischnote, nicht jedoch mit der Mathematiknote, hoch korrelierte ( $r = .66$ ,  $p < .001$ ). Dieses Ergebnis wurde so interpretiert, dass der Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses wahrscheinlich besonders zu Beginn des Erwerbs einer Sprache besonders groß ist, wenn die Unterstützung der temporären phonologischen Repräsentationen durch ähnlich klingende Wörter aus dem Langzeitgedächtnis geringer bzw. noch nicht so möglich ist.

Masoura und Gathercole (2005) zeigten, dass bei griechischen Kindern, die begonnen englisch zu lernen, die Leistung im Paarassoziationslernen neuer englischer Wörter stark von ihrem vorhandenen englischen Wortschatz abhing, aber unabhän-

gig von ihren phonologischen Gedächtnisleistungen (dem Kunstwörternachsprechen) war. Allerdings zeigte die phonologische Arbeitsgedächtnisleistung einen engen Zusammenhang zum Wortschatz.

Hasselhorn, Mähler und Grube (2005) schlagen aufgrund der von ihnen vorgelegten Studie ein Staffellaufmodell (relay-race-model) der Entwicklungsabhängigkeiten von Theory-of-Mind, phonologischem Arbeitsgedächtnis und verbaler Fähigkeiten vor. Sie zeigen kovarianzanalytisch die Plausibilität der Annahme, dass das phonologische Arbeitsgedächtnis über die Wortschatzentwicklung auf die Entwicklung der Theory-of-Mind wirkt und meinen, dass im jüngeren Alter, im zweiten und dritten Lebensjahr das phonologische Arbeitsgedächtnis der wichtigste Schrittmacher der kognitiven Entwicklung ist und diese Funktion (der Staffelstab) im vierten und fünften Lebensjahr zu den verbalen Fähigkeiten, besonders dem Wortschatz, überwechselt.

#### 4.2.2 Experimentelles Wortlernen

Da korrelative Studien dieser Art verschiedensten Störeinflüssen unterliegen, wurde in einer weiteren Studie (Gathercole & Baddeley, 1990b) mit fünfjährigen Kindern versucht, den natürlichen Wortschatzerwerb experimentell zu simulieren.

Kinder gleichem nonverbalen Intelligenzniveau, aber mit unterschiedlichen Leistungen im Kunstwörternachsprechen sollten die Namen farbiger Plastiktiere lernen. Ein Set der Spielsachen hatte bekannte Namen, wie „Peter“ oder „Michael“, andere phonologische unbekannte Namen wie „Piemas“ oder „Sommel“. Die Kinder lernten die Sets an verschiedenen Tagen, in jeweils maximal 15 Lerndurchgängen, bis die Kinder in zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen die korrekten Antworten gaben. Die Gruppe mit den geringeren Gedächtnisfertigkeiten lernte in jedem Durchgang bei beiden Materialarten eine geringere Anzahl der Namen. Obwohl die Gruppe mit den besseren Gedächtnisleistungen durchschnittlich jeweils ein höheres Lerntempo (bis zum Erwerb des ersten [Kunst-]Wortes) zeigte, war dieser Unterschied bei den bekannten Namen nicht signifikant. Erwartungsgemäß fand sich, dass die Gruppe mit den geringeren phonologischen Gedächtnisfertigkeiten bei den phonologisch unbekannten Namen ein deutlich geringeres Lerntempo und geringere Leistungen bei verzögertem Abruf (24 Stunden später) als die andere Gruppe aufwies.

Service (1992) konnte zeigen, dass das phonologische Arbeitsgedächtnis auch bei Kindern, die älter als fünf Jahre sind, seinen Einfluss behält. Dieser Einfluss ist auch bei Erwachsenen nachweisbar (Papagno, Valentine und Baddeley, 1991; Papagno &

Vallar, 1992). Papagno, Valentine und Baddeley (1991) zeigten den Einfluss artikulatorischer Unterdrückung auf das Lernen von Wort-Wort-Paaren und auf das Lernen von Wort-Fremdwort-Paaren (russisch).

In einem Experiment mit italienischen Versuchspersonen hatte artikulatorische Unterdrückung hypothesenkonform eine größere Leistungsminderung beim Lernen von Wort-Fremdwort-Paaren zur Folge, da für diese neuen Wörter eine semantische Kodierung kaum möglich war. Ein Replikationsversuch mit englischen Probanden verlief zuerst erfolglos. Da die Probanden angaben, sich die neuen Wörter mit Hilfe ähnlicher englischer Wörter gemerkt zu haben, wurde das Experiment, unter Austausch der Fremdwörter gegen assoziationsärmere Kunstwörter (und auch finnische Wörter), nochmals und dann erfolgreich durchgeführt.

In einem ähnlichen Experiment (Papagno & Vallar, 1992) ließen sich gleichfalls die Effekte der phonologischen Ähnlichkeit und der Wortlänge nachweisen. Wort-Kunstwort-Paare, nicht jedoch Wort-Wort-Paare wurden langsamer gelernt, wenn die neuen Wörter entweder einen hohen Grad phonologischer Ähnlichkeit oder eine größere Wortlänge aufwiesen.

Gathercole et al. (1997) zeigten schließlich einen engen Zusammenhang zwischen der Gedächtnisspanne und dem Kunstwörternachsprechen und dem Lernen von Wort-Kunstwort-Paaren, aber nicht von Wort-Wort-Paaren. Das spricht dafür, dass das phonologische Arbeitsgedächtnis besonders für das Lernen phonologisch unbekannter Materialien wichtig zu sein scheint.

#### 4.2.3 Untersuchungen an sprachgestörten Kindern

Neben anderen sprachlichen und kognitiven Defiziten haben sich bei sprachgestörten Kindern wiederholt zum einen ein geringer Wortschatz (z.B. Stark & Tallal, 1981) und zum anderen schlechte phonologische Arbeitsgedächtnisleistungen (siehe Kapitel 3) nachweisen lassen. Eine in diesem Zusammenhang sehr überzeugende Studie legten Gathercole und Baddeley (1990a) vor. Sie suchten die Ursache des geringen Wortschatzes sprachgestörter Kinder in deren defizitären phonologischen Arbeitsgedächtnis und führten dazu eine Serie von Experimenten durch, die bereits in Kapitel 4.1 ausführlich dargestellt wurde.

### 4.3 Phonologische Bewusstheit bei sprachgestörten Kindern

Analog zu den Befunden zum phonologischen Arbeitsgedächtnis bei sprachgestörten Kindern lassen sich auch Differenzen in der phonologischen Bewusstheit zwischen sprachgestörten Kindern und intelligenzgleichen Kontrollgruppen finden (siehe Tabelle 4). Es gibt jedoch deutlich weniger Studien dazu und nicht in jeder davon finden sich tatsächlich Unterschiede.

Tabelle 4: Vergleich sprachgestörter Kinder mit einer intelligenzgleichen Kontrollgruppe in Maßen phonologischer Bewusstheit

Maß der phonologischen Bewusstheit	Alter VG	N VG/KG	<i>d</i>	Signifikanz <sup>a</sup>	Studie
An-/Endlaut entfernen	6;11	12/12	0.54	n.s.	Kamhi und Catts, 1986
Silbensegmentieren (16 Items)	–9;2		0.04	n.s.	
Silbensegmentieren (21 Items)	6;11 –9;2	12/12	1.37	n.s.	Kamhi et al., 1988
Satz zerlegen	5;8	15/15	1.76	**	Kamhi, Lee & Nelson, 1985
2silb. Wörter zerlegen			2.97 <sup>b</sup>	***	
1silb Wörter im Laute zerlegen			3.63	***	
Zerlegen/ Zusammenfügen	6	20/20	--	***	Leitao, Hobgen und Fletcher (1997)
Wörter/Silben/Laute entfernen				***	
Phonological assessment battery <sup>c</sup>	9;4	15/Test	0.88		Archibald & Gathercole (2006)

Anmerkungen:

<sup>a</sup> keine t- oder F-Werte angegeben

<sup>b</sup> Testdecke bei KG, Varianz =0, Varianz gepoolt durch MITTELWERT

<sup>c</sup> Frederickson, Frith & Reason (1997)

\*\* p<.01

\*\*\* p<.001

In der Studie von Kamhi, Lee und Nelson (1985) finden sich zusätzlich Hinweise darauf, dass auch Defizite in der phonologischen Bewusstheit als mögliche Ursache für die Sprachentwicklungsstörung in Frage kämen: die untersuchten sprachgestörten Kinder zeigten nämlich hier noch schlechtere Leistungen (siehe Tabelle 5) als die Kontrollgruppe des gleichen Sprachalters (vergleiche Kapitel 3.; Bishop, 1992).

Tabelle 5: Vergleich sprachgestörter Kinder (Altersmittelwert 5;6 Jahre) mit einer sprachgleichen Kontrollgruppe in Maßen phonologischer Bewusstheit (Kamhi, Lee & Nelson, 1985)

Maß der phonologischen Bewusstheit	N	<i>d</i>	signifikant?
	VG/KG		
Satz zerlegen	15/15	0.74	*
2silb. Wörter zerlegen		0.86	*
1silb Wörter im Laute zerlegen		1.85	*

Anmerkungen:

\*  $p < .05$

keine t- oder F-Werte angegeben

#### 4.4 Phonologische Bewusstheit und Wortlernen

---

Analog zu den Befunden zum phonologischen Arbeitsgedächtnis und Wortschatz wurden auch Zusammenhänge zwischen phonologischer Bewusstheit und Wortschatz gezeigt (siehe Tabelle 6). Bowey (1996) fand in einer hierarchischen multiplen Regressionsanalyse, dass sowohl die phonologische Sensitivität, als auch das phonologische Arbeitsgedächtnis (nach Alter, Mosaiktest, phonologischem Arbeitsgedächtnis bzw. ~ Sensitivität) einen zusätzlichen Varianzanteil des Wortschatzes aufklärte, jedoch die Überschneidung sehr groß war und das Kunstwörternachsprechen als Maß des phonologischen Arbeitsgedächtnisses keinen oder nur einen geringen zusätzlichen Varianzanteil aufklärte. Deutlicher zeigte sich dieses Ergebnis noch beim Grammatikverständnis als abhängige Variable.

Metsala (1999) konnte zeigen, dass nach Ausschluss des Alters und jeweils eines Maßes der phonologischen Bewusstheit das Kunstwörternachsprechen keinen zusätzlichen signifikanten Varianzanteil des Wortschatzes aufklärte. In den beiden genannten Studien zeigen sich Korrelationen von  $r = .35$  bis  $.60$  zwischen phonologischer Bewusstheit und Wortschatz.

Snowling, Goulandris, Bowlby und Howell (1996) meinen, dass es zwei Wege gibt, durch die ein Wort wiederholt werden kann. Zum einen durch den direkten Zugang auf die artikulatorische Spezifikation eines Wortes, zum anderen über den nichtlexikalischen Weg, der die Phonemsegmentierung erfordert. Dieser zweite Weg sei besonders bedeutsam für das Lernen von Fremdwörtern, die noch keine lexikalische Repräsentation haben, durch die ein artikulatorisches Programm für den Output abgeleitet werden kann. Dabei würden Wörter auf der Phonemebene analysiert, bevor artikulatorische Befehle ausgeführt werden. In diesem Falle sollte erwartet werden, dass Kinder, die Einsicht in die phonologische Struktur der Sprache (phonologische Bewusstheit) haben, diese auch nutzen.

Nach dem lexikalischen Analogiemodell von Glushko (1979) basiert die Aussprache eines neuen Worts auf Einheiten (zwischen Phonem und Silbe), die in phonologischen Repräsentationen von Wörtern im Lexikon enthalten sind.

Weiterhin zeigt sich, dass die phonologische Bewusstheit eng mit verschiedenen Lernproblemen zusammenhängt (z.B. Catts, 1989; Fazio, 1997; Katz, 1986;



Tabelle 6: Einfache und Partialkorrelationen (Kovariate: Alter) zwischen Maßen der phonologischen Bewusstheit und Wortschatzmaßen

Maß	Alter	Wortschatz		N	Studie
		Einfache Korrelation	Partialkorrelation		
Wort identifizieren mit				238	Bowey (1996)
gleichem Reim		.38**			
gleichem Anlaut		.35**			
Reimausnahme erkennen	2	-.17/-.21 <sup>a</sup>		35	Lonigan, Burgess, Anthony & Barker (1998)
Anlautaussnahme erkennen		-.16/.05 <sup>a</sup>			
Wortelemente verbinden		-.04/.15 <sup>a</sup>			
Laut entfernen		.23/.15 <sup>a</sup>			
Reimausnahme erkennen	3	-.17/-.21 <sup>a</sup>		56	
Anlautaussnahme erkennen		-.12/.05 <sup>a</sup>			
Wortelemente verbinden		.11/.15 <sup>a</sup>			
Laut entfernen		.23/.15 <sup>a</sup>			
Reimausnahme erkennen	4	.41***/.29** <sup>a</sup>		82	
Anlautaussnahme erkennen		.28*/.28* <sup>a</sup>			
Wortelemente verbinden		.30**/.28* <sup>a</sup>			
Laut entfernen		.28*/.26* <sup>a</sup>			
Reimausnahme erkennen	5	.11/.39*** <sup>a</sup>		65	
Anlautaussnahme erkennen		.25*/.36*** <sup>a</sup>			
Wortelemente verbinden		.23/.37*** <sup>a</sup>			
Laut entfernen		.38**/.47*** <sup>a</sup>			
1)Anlaut identifizieren	55.13/ 67.66			58	Metsala (1999)
gesamt		.40*			
Wörter		.59**	.50**		
Kunstwörter		.66**	.58**		
2)Anlaut und Reim verbinden					
gesamt		.67**			
bei früher zu erwerbenden Wörtern		.60**	.52**		
bei später zu erwerbenden Wörtern		.60**	.52**		
bei Kunstwörtern		.485**	.37**		
3)Laute verbinden					
gesamt		.40*			
?		.60**	.43**	40	
EPAP		.51***	.48***	533	Dickinson, McCabe, Anastasopoulos, Peisner-Feinberg & Poe (2003)
Vokal erkennen	5;9	.20			Hu (2003)
Silben ersetzen		.18			
Vokal erkennen	6;3	.34*			
Silben ersetzen		.23			

Anmerkungen:

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ 

<sup>a</sup> Rezeptiver Wortschatz bzw. Sprache /Expressiver Wortschatz bei Mittelklassekindern; bei Kindern aus Familien mit niedrigerem Einkommen zeigten sich geringere oder keine Zusammenhänge

EPAP Early Phonological Awareness Profile

Swan & Goswami, 1997) und es hat sich zeigen lassen, dass Kinder mit geringerer phonologischer Bewusstheit ihre phonologischen Repräsentationen in Einheiten, die größer sind als Phoneme, organisieren (Swan & Goswami, 1997). Phonologische Repräsentationen, die in größeren Einheiten, wie dem Gesamtbild eines Worts gespeichert sind, hält man für primitiver und ungenauer sowie schwieriger zu erinnern, abzurufen und zu artikulieren, als feiner aufgelöste, ausgeprägtere Repräsentationen, besonders bei phonologisch komplexen Items (De Jong, Schreuder & Baayen, 2000). Beim Fremdsprachenlernen sind die Lautmuster neu, die Betonung und die Silbenkombinationen; phonologische Bewusstheit befähigt den Lernenden, die Struktur eines akustischen Gesamtklangs zu analysieren und über einfaches Kopieren hinauszugehen.

Hu (2003, siehe auch Tabellen 3 und 6) konnte zeigen, dass der Einfluss der phonologischen Bewusstheit auf das experimentelle Lernen neuer englischer Wörter bei chinesischen Kindern (5-6 Jahre) über die Entwicklung zunahm. Weiterhin zeigte er bei erfolgreich Lernenden einen hohen Einfluss der phonologischen Bewusstheit, keinen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses, während sich bei weniger erfolgreich Lernenden ein Einfluss des phonologischen Gedächtnisses (vor phonologischer Bewusstheit) zeigte, nicht jedoch einer der phonologischen Bewusstheit.

## 5 ZENTRALE FRAGESTELLUNGEN

---

Sowohl für die Entwicklung des Wortschatzes, als auch für das Entstehen der spezifischen Sprachentwicklungsstörung wird dem phonologischen Arbeitsgedächtnis eine wesentliche ursächliche Rolle zugesprochen. Durch die Arbeitsgruppe um Gathercole und Baddeley (z.B. 1990a, Masoura & Gathercole, 2005) wurde dazu eine Vielzahl von Arbeiten vorgelegt. Zu diesen wurden mehrere zusammenhängende Kritikpunkte geäußert, die sich im Wesentlichen auf das Kunstwörternachsprechen als Operationalisierung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses beziehen:

(1) Snowling et al. (1991) betonen die Komplexität der Aufgabe des Kunstwörternachsprechens und die Überschätzung des Einflusses des phonologischen Arbeitsgedächtnisses, die sich daraus ergibt; Snowling et al. (1996) zeigen die Bedeutung der Phonemsegmentierung für das Nachsprechen unbekannter und neu gebildeter Wörter.

(2) Bereits Kamhi et al. (1985) fanden Hinweise darauf, dass die phonologische Bewusstheit ebenfalls als Ursache für die dysgrammatische Sprachentwicklungsstörung in Frage käme: die sprachgestörten Kinder zeigten noch schlechtere Leistungen als die Kinder des gleichen Sprachentwicklungsstandes. In dieser Studie wurde das phonologische Arbeitsgedächtnis nicht erfasst.

(3) Bowey (1996) bemängelte, dass in Gathercole und Baddeleys Arbeiten nicht die Unabhängigkeit des Einflusses des phonologischen Arbeitsgedächtnisses von der phonologischen Sensitivität auf die Entwicklung des Wortschatzes gezeigt wurde. Sie fand in ihrer Studie hohe gemeinsame Varianzanteile sowie nur einen Faktor in der Faktorenanalyse und meint deshalb, dass es sinnvoller wäre, von phonologischer Verarbeitung als den entscheidenden Kausalfaktor statt vom phonologischen Arbeitsgedächtnis zu sprechen. In einer weiteren Arbeit (Bowey, 2001) interpretiert sie sowohl phonologische Bewusstheit als auch Kunstwörternachsprechen im Rahmen der lexikalischen Rekonstruktionshypothese. Danach hängt die Leistung bei derartigen Anforderungen davon ab, wie schnell zerfallende phonologische Repräsentationen durch Zugriff auf das Langzeitgedächtnis rekonstruiert werden können. Unter dieser Perspektive ließe sich das Kunstwörternachsprechen als Indikator für die Qualität des Zugriffs auf das Langzeitwissen interpretieren.

Gathercole et al. (1997) wiederum zeigen einen teilweise unabhängigen Zusammenhang des phonologischen Arbeitsgedächtnisses (Zahlennachsprechen, nicht Kunstwörternachsprechen) und des Wortschatzes zum Lernen phonologisch unbekannter Muster, während das Paarassoziationslernen von Wörtern – unabhängig vom Arbeitsgedächtnis – nur mit dem gegenwärtigen lexikalischen Wissen zusammenhing. Hasselhorn, Seidler-Brandler und Körner (2000) bestätigten die auch von Gathercole (1995) vertretene Position und zeigten, dass die Leistung im Kunstwörternachsprechen sowohl durch das phonologische Arbeitsgedächtnis, als auch durch das lexikalische Vorwissen determiniert wird. Die Autoren sehen in der gefundenen Altersinvarianz des Einflusses des lexikalischen Vorwissens auf das Kunstwörternachsprechen ein gutes Argument für die Eignung als Maß des phonologischen Arbeitsgedächtnisses, wenn es darum geht, Altersunterschiede in der verfügbaren Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zu untersuchen.

Vor dem Hintergrund dieser empirischen Befunde ergibt sich auch die erste Fragestellung dieser Arbeit:

Ist die theoretische Ausdifferenzierung der phonologischen Verarbeitung in phonologisches Arbeitsgedächtnis, phonologische Bewusstheit und Aktivierung von Inhalten aus dem Langzeitwissen empirisch notwendig oder zumindest begründbar (exploratorische Fragestellung 1)?

Gathercole und Baddeley (1990a) untersuchten spezifisch-sprachgestörte Kinder und zeigten Defizite beim Wiederholen von einzelnen Kunstwörtern und der Wiedergabe von Wortlisten. Weiterhin ließen sich im Vergleich zu einer sprachgleichen Kontrollgruppe geringere Leistungen der sprachgestörten Kinder beim Nachsprechen vor allem längerer Kunstwörter nachweisen, deshalb vermuten sie die Ursache der spezifischen Sprachentwicklungsstörung im phonetischen Speicher. Hasselhorn et al. (1995) spezifizierten das Defizit genauer und halten die Qualität der Repräsentation von Informationen im phonetischen Speicher für eine mögliche Ursache der dysgrammatischen Sprachentwicklungsstörung. Auf der Basis dieser Annahme ist mit funktionalen Unterschieden im phonologischen Arbeitsgedächtnis zwischen unauffälligen und dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern zu rechnen. Dies legt die folgende zweite Fragestellung dieser Arbeit nahe:

Unterscheidet sich das phonologische Arbeitsgedächtnis dysgrammatischer Kinder von dem gleichaltriger, unauffällig entwickelter Kinder (Fragestellung 2)?

Auch für die Entwicklung des Wortschatzes wird dem phonologischen Arbeitsgedächtnis eine wesentliche ursächliche Rolle zugesprochen. Eine Vielzahl von Studien zeigen den Zusammenhang von phonologischem Arbeitsgedächtnis und Wortschatz (siehe oben, Tabelle 2). Genannt werden sollen an dieser Stelle die Befunde der Längsschnittstudie von Gathercole et al. (1992), die Hinweise auf eine mögliche Kausalrichtung des Zusammenhangs zeigten: bis zum Alter von fünf Jahren schien das phonologische Arbeitsgedächtnis einen größeren Einfluss auf den Wortschatz zu haben, als umgekehrt, danach kehrte sich die Kausalrichtung um. Ferner zeigten Gathercole et al. (1991) in Faktorenanalysen einen spezifischen Zusammenhang zwischen phonologischer Bewusstheit und Lesen sowie zwischen Wortschatz und phonologischem Arbeitsgedächtnis.

Sollte es funktionale Unterschiede im phonologischen Arbeitsgedächtnis zwischen unauffälligen und dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern geben, so wirft dies die Frage auf, ob auch die Rolle des phonologischen Arbeitsgedächtnisses für den Wortschatzerwerb bei diesen Kindern von der von Gathercole et al. (1992) beschriebenen Entwicklungssystematik abweicht. Daher soll in der vorliegenden Arbeit das Vorliegen dieses Zusammenhanges bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern überprüft werden:

Hat das phonologische Arbeitsgedächtnis für den Wortschatzerwerb dysgrammatisch – sprachgestörter Kinder eine Bedeutung (Fragestellung 3)?

Man könnte spekulieren, dass bei sprachgestörten Kindern der längsschnittliche Zusammenhang zwischen früherem Arbeitsgedächtnis und dem späteren Wortschatz erhalten bleiben könnte, zum einen, da bei ihnen zum einen ein Entwicklungsrückstand zu erwarten wäre, durch den sie möglicherweise den jüngeren Kindern bei Gathercole et al. (1992) vergleichbar sind. Zum anderen sind Einschränkungen im phonologischen Arbeitsgedächtnis bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern zuverlässig nachgewiesen und es wäre inhaltlich plausibel, dass eine solche Einschränkung der begrenzende Faktor der Sprachentwicklung ist und deshalb noch in besonders starkem Zusammenhang steht.

## **6 METHODE**

### **6.1 Design**

---

Es wurde eine Längsschnittuntersuchung durchgeführt, in deren Rahmen die Kinder drei Mal untersucht wurden. Eine Voruntersuchung (t0) fand vor (teilweise bei einigen Sprachheilschülern) und zu Beginn der ersten Klasse statt (im Oktober 1997 bis Januar 1998), der erste Untersuchungszeitpunkt (t1) am Ende der ersten Klasse (Mai/Juni 1998) und der zweite (t2) Mitte der zweiten Klasse (Januar bis April 1999). Die Voruntersuchung wurde im Wesentlichen zur Beschreibung des Entwicklungsstandes und der Entwicklungsbesonderheiten der Stichprobe genutzt, die zu t1 und t2 erfassten Entwicklungsmerkmale der Kinder dienten der Überprüfung der in Kapitel 5 dargelegten Fragestellungen.

### **6.2 Versuchspersonen**

---

Die untersuchten dysgrammatischen Kinder stammten aus sechs ersten, später zweiten Klassen der Sprachheilschule Dresden. Die gewonnenen Grundschüler besuchten vier erste (dann zweite) Klassen dreier Dresdner Grundschulen im Norden der Stadt.

Zu Beginn des Hauptteils der Untersuchung (t1) lag das Einverständnis der Eltern von 40 Sprachheilschülern und 75 Grundschülern vor. Zu (t2) waren vier der Sprachheilschüler verzogen bzw. besuchten wieder ihre zuständige Grundschule. Weiterhin wurden für die Auswertung drei weitere Kinder selektiert, die keinen Dysgrammatismus aufwiesen, sondern die Sprachheilschule wegen Redeflussstörungen besuchten. Daraus resultierte, dass am Ende die Daten von 33 Sprachheilschülern vorlagen. Da in die Sprachheilschule vor allem Kinder mit starken oder mehrfachen Sprachbehinderungen aufgenommen werden, ergab sich, dass von den 33 dysgrammatischen Kindern 32 zusätzlich Artikulationsstörungen aufwiesen und davon 8 zusätzlich stotterten (siehe Tabelle 7). Lediglich ein Kind war nur als dysgrammatisch diagnostiziert worden (Informationen aus den Schülerakten).

Bereits im Vorfeld wurden alle Kinder selektiert, bei denen eine Hirnschädigung oder eine Hörschädigung vermutet oder festgestellt wurde (ärztliches Gutachten), da die spezifische Sprachentwicklungsstörung bzw. der kindliche Dysgrammatismus nur diagnostiziert wird, wenn entsprechende körperliche Ursachen auszuschließen sind.

Tabelle 7: Weitere Sprach- und Sprechstörungen der dysgrammatischen Kinder

<b>Redeflussstörung</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	
<b>Artikulationsstörung</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1 (A-)</b>
	1	0	<b>32 (A+)</b>
	24	8	
	<b>25 (R-)</b>	<b>8(R+)</b>	<b>33 (Gesamt)</b>

genannte Sprachstörung

0 ... nicht vorhanden

1 ... vorhanden

Von den Grundschülern standen elf zu t2 nicht mehr zur Verfügung, da sie entweder ebenfalls verzogen waren oder eine Spezialschule besuchten (Merkmale der Stichproben siehe Tabelle 8). Eine Überprüfung hinsichtlich aller zu t1 erfassten Maße ergab, dass sich die ausgefallenen Kinder nicht bedeutsam von den anderen unterschieden.

Tabelle 8: Merkmale der Stichproben der Dysgrammatiker und Grundschüler zu t1 und t2: Alter in Monaten zu den jeweiligen Testzeitpunkten, Geschlecht und Rohwerte im Bilder ergänzen; Standardabweichungen in Klammern (N=33/64)

	Grundschüler		Sprachheilschüler		<b>t-Wert</b>	<b>d-Wert</b>
	<b>MW</b>	<b>SD</b>	<b>MW</b>	<b>SD</b>		
Alter t1	7;8	0;4	7;11	0;5	3.23**	
Alter t2	8;5	0;4	8;8	0;5	2.25*	
Bilder ergänzen t1	11.30	4.29	8.61	3.24	-3.17**	0.72
Geschlecht	29 w	35 m	10 w	23 m		

Anmerkungen:

\* p<.05

\*\* p<.01

Vor Beginn und zu Beginn der ersten Klasse (t0) wurden mit den Kindern bereits vier Untertests des Heidelberger Sprachentwicklungstests (Grimm & Schöler, 1978) durchgeführt, sowie die nonverbale Intelligenz (Bilder ergänzen, K-ABC, Melchers & Preuß, 1991) getestet. Weiterhin wurden zu Beginn der ersten Klasse bereits 36 der Grundschüler untersucht.

Die Sprachheilschüler waren bezogen auf den eingesetzten Test der nonverbalen Intelligenz (Bilder ergänzen) weniger intelligent, ihre durchschnittliche Leistung zu t0 entspricht einem IQ von 89, zu t1 entsprach sie einem IQ von 83, der durchschnittliche IQ-Wert der Grundschüler im Bilder ergänzen zu t0 betrug 95.5, zu t1 96.5. Die sprachgestörten Kinder zeigten in allen eingesetzten Untertests des HSET signifikant schlechtere Leistungen als die Grundschüler (siehe Tabelle 9). Da die Grundschüler

zeitlich etwas später als die dysgrammatischen Kinder untersucht wurden, sind sie zu t0 im Alter vergleichbar, was später nicht mehr so war.

Tabelle 9: Merkmale der Stichproben der Dysgrammatiker und Grundschüler zu t0: Alter in Monaten zu den jeweiligen Tests, Geschlecht und Rohwerte im Bilder ergänzen

t0	Grundschüler		Sprachheil- schüler		t-Wert	d-Wert
	MW	SD	MW	SD		
Alter HSET	7;4	0;5	7;3	0;5	0.23	
HSET-Imitation gramm. SF	16.39	4.91	8.06	5.51	-6.33***	1.60
HSET-Verstehen gramm. SF	11.39	3.18	8.45	3.47	-3.52***	0.88
HSET-Plural-Singular-Bildung	18.77	6.06	13.27	5.64	-3.76***	0.94
HSET-Benennungsflexibilität	6.32	2.99	2.79	2.37	-5.26***	1.32
HSET-Sätze bilden	10.65	4.62	3.24	3.83	-7.00***	1.73
Bilder ergänzen	10.10	2.32	8.76	2.26	-2.34*	0.59
Geschlecht	15 w	16 m	10 w	23 m		

Anmerkungen:

\* p<.05  
 \*\* p<.01  
 \*\*\* p<.001

SF...Strukturformen

Auf Satzebene scheinen die Differenzen nach dem Grad der Forderung aktiver sprachlicher Kompetenzen zu steigen. Die Imitation grammatischer Strukturformen (IS) scheint schwieriger zu sein, als das Verstehen grammatischer Strukturformen (VS), im aktiven Bilden von Sätzen (SB) scheint der Rückstand am größten zu sein. Die Plural-Singular-Bildung erfordert grammatische Kompetenzen auf Wortebene, auch diese scheint defizitär, ebenso wie der Teil Pragmatik, der durch die Benennungsflexibilität abgebildet wird.



### 6.3 Erfasste Entwicklungsmerkmale

---

Zu den Zeitpunkten t1 und t2 wurden Funktionsmerkmale des phonologischen Arbeitsgedächtnisses anhand des Kunstwörternachsprechens, des Zahlennachsprechens und der Sprechrate erhoben.

Die weitere zentrale Variable dieser Arbeit war der Wortschatz. Der Wortschatz als sprachliche Variable wurde gewählt, weil zum einen diese Arbeit an Vorarbeiten zum Wortschatzerwerb anknüpft, in denen der Prozess des Wortschatzerwerbs über das phonologische Arbeitsgedächtnis plausibel beschrieben werden konnte. Zum anderen bedeutet dies eine konservative Prüfung der Hypothese, da spezifisch sprachgestörte Kinder im Bereich der Grammatik größere Entwicklungsrückstände aufweisen, als im Wortschatz, insbesondere dem hier verwendeten passiven Wortschatz.

Die Nicht-Berücksichtigung der phonologischen Bewusstheit war ein zentraler Kritikpunkt an der bisherigen Forschung zum Zusammenhang von phonologischem Arbeitsgedächtnis und Wortschatz. Daher wurde hier die phonologische Bewusstheit durch zwei Variablen zur phonologischen Bewusstheit im engeren Sinne, also auf Phonemebene erfasst, nämlich durch das Pseudowortsegmentieren und das Vokalersetzen.

Eine weitere hier einbezogene Variable ist das Lesen, da ein wahrscheinlicher Grund für den abnehmenden Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf die Wortschatzentwicklung die Zunahme der Leseaktivität sein könnte (Gathercole et al., 1992). Hier wurde die Leseleistung erfasst, diese Operationalisierung impliziert die Annahme, dass Kinder, die mehr lesen, auch bessere Leistungen haben und umgekehrt, bzw. dass die Leseleistung die Voraussetzung schafft, überhaupt selbsttätig zu lesen.

Problematisch könnte sein, dass diese Variable evtl. die kognitiven Voraussetzungen für das Lesenlernen abbildet, wie Intelligenz und phonologische Bewusstheit. Das lässt sich mit den vorliegenden Daten überprüfen.

Alle genannten Variablen wurden zu den Zeitpunkten t1 und t2 erfasst, die nonverbale Intelligenz zum Zeitpunkt t1 und t0.

#### a) Wortschatz:

Der Wortschatz wurde durch den Untertest Wortschatz des HAWIK-R (Tewes, 1983) erfasst. In diesem Test sollen die Kinder Wörter (z.B. Brot, Publikum) erklären, er erfasst den passiven Wortschatz. Der passive Wortschatz wurde gewählt, weil bei dysgrammatischen Kindern die expressiven, aktiven Sprachleistungen noch defizitärer sein sollten als die passiven und dafür nicht nur kognitive, sondern auch motivationale und emotionale Ursachen zu vermuten sind.

#### b) phonologisches Arbeitsgedächtnis:

Es wurden die üblicherweise in der Literatur vorgeschlagenen Maße des phonologischen Arbeitsgedächtnisses erfasst (siehe Kapitel 3.1).

#### *Zahlennachsprechen:*

Beim Zahlennachsprechen sollen die Kinder vorgesprochene Zahlenreihen zunehmender Länge unmittelbar in der gleichen Reihenfolge nachsprechen. Dieses Maß soll die Gesamtkapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses erfassen. Verwendet wurde der Test Zahlennachsprechen aus dem K-ABC (Melchers & Preuß, 1991).

#### *Kunstwörternachsprechen:*

Es handelte sich hier um den gleichen Test zum Kunstwörternachsprechen, wie von Hasselhorn und Körner (1997) verwendet. Dort wurden in Anlehnung an den Non-word-Repetition-Test von Gathercole et al. (1994) Kunstwörter zusammengestellt, die der Phonetik der deutschen Sprache entsprechen sollten, aber keine allzu große Ähnlichkeit mit existierenden deutschen Wörtern aufweisen sollten. Ausgehend von den Pseudowörtern des Heidelberger Sprachentwicklungstests von Grimm und Schöler (1978) wurden drei Sets aus 13 zwei-, drei- und viersilbigen Kunstwörtern konstruiert. Diese Kunstwörter wurden 20 Erwachsenen zur Beurteilung auf einer fünfstufigen Ratingskala hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit zu Wörtern der deutschen Sprache vorgelegt. Die Skala reichte von „deutschen Worten sehr ähnlich“ (1) bis „deutschen Wörtern sehr unähnlich“ (5). Der geringste Unähnlichkeitsgrad wurde für das Kunstwort „krauern“ (1.7) der höchste für „Fallurwakel“ (3.8) erzielt. Obwohl tendenziell die viersilbigen Kunstwörter ( $M=2.9$ ) deutschen Wörtern gegenüber als

unähnlicher eingestuft wurden, als die zwei- und dreisilbigen ( $M=2.5$ ) Kunstwörter, erwies sich dieser Unterschied als statistisch nicht bedeutsam ( $F(2;33)=2.34$ ,  $p>.10$ ). Die Aufgabe enthielt eine experimentelle Variation: die akustische Darbietung der Kunstwörter wurde teilweise verzerrt, um zu überprüfen, ob durch eine Beeinträchtigung der Sprachinputqualität der bekannte Schwierigkeitsanstieg der Aufgabe des Kunstwörternachsprechens mit zunehmender Silbenlänge noch weiter akzentuiert werden könnte. Ein Item jeder Silbenlänge wurde als Übungsbeispiel verwendet. die übrigen 12 Kunstwörter pro Silbenlänge wurden per Zufall auf die drei Darbietungsmodalitäten aufgeteilt. Alle Kunstwörter wurden deutlich und laut gesprochen auf einen Tonträger aufgezeichnet und digitalisiert in einen Computer eingelesen. Die digitale Verarbeitung ermöglichte einerseits die exakte Umsetzung der beschriebenen Verzerrungsstufen, andererseits die Realisierung eines geräuschfreien Interstimulusintervalls von genau fünf Sekunden als Zeit für das Nachsprechen der Tonvorgaben. Für die Durchführung des Kunstwörternachsprechens stand eine Kassettenversion zur Verfügung, bei der die 36 Kunstwörter in zufälliger Reihenfolge aufgenommen waren (Hasselhorn & Körner, 1997; Kunstwortmaterial siehe Anhang A-1). Als Variable Kunstwörternachsprechen ging die Summe der unverrauscht präsentierten Kunstwörter in die Analysen ein.

#### *Phonologisches Arbeitsgedächtnis:*

Ein Faktorscore über die beiden Maße für das phonologische Arbeitsgedächtnis, das Zahlennachsprechen und das Nachsprechen unverrauschter Kunstwörter wurde gebildet und als Gesamtmaß für die funktionale Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses herangezogen.

#### *Qualität des phonetischen Speichers:*

Diese Variable wurde als Differenzmaß zwischen dem Nachsprechen nicht ver-rauschter und stark verrauschter Kunstwörter gebildet. Kinder mit einer besseren Qualität des phonetischen Speichers sollten eine stärkere Leistungseinbuße durch das Rauschen zeigen.

#### *Sprechrate:*

Sie diente zur Erfassung des Rehearsaltempos. Die Kinder sprachen, so schnell sie konnten, jeweils ein Worttripel (Hut/Bär/Tee bzw. Maus/Tür/Rad) zehnmal hinterei-

inander. Die Sprechrate [in Wörter pro Sekunde] wurde nach folgenden Formel berechnet:  $\text{Sprechrate} = 20 / (\text{Zeit1} + \text{Zeit2})$ .

#### c) phonologische Bewusstheit:

Zur Erfassung der phonologischen Bewusstheit wurden die Untertests Pseudowortsegmentieren und Vokalerersetzen eines sich damals in Entwicklung befindenden Tests zur phonologischen Bewusstheit im Grundschulalter (Marx, 1998; Marx & Schneider, 2000; siehe Anhang A-2, A-3) eingesetzt. Der Test wurde mittlerweile in modifizierter Form als BAKO 1-4 (Stock, Marx & Schneider, 2003) veröffentlicht.

##### *Pseudowörtersegmentieren:*

Den Kindern wurden Kunstwörter vorgesprochen, sie sollten diese zuerst wiederholen, um falschem akustischem Verständnis vorzubeugen und Gedächtniseinflüsse gering zu halten. Anschließend sollten sie jeden Laut einzeln nennen und dabei jeweils eine Spielmarke (von acht) aus einer Reihe verschieben. Als richtig wurde die fehlerlose isolierte Wiedergabe der einzelnen Laute eines Wortes gewertet. Im Zweifelsfall achtete der Versuchsleiter auf das Verschieben der Marken.

Für die Pseudowortsegmentierung wurde eine Split-Half-Reliabilität von  $r=.61$  bei Erstklässlern und von  $r=.57$  bei Zweitklässlern berichtet (Stock et al., 2003).

##### *Vokalerersetzen:*

Die Kinder sollten vorgesprochene Wörter wiederholen und anschließend jedes /a/ durch /i/ ersetzen. Ein Item war dann richtig gelöst, wenn jedes /a/ in ein /i/ verwandelt wurde und der Rest des Wortes unverändert gelassen. Für die Pseudowortsegmentierung wurde eine split-half-Reliabilität von  $r=.85$  bei Erstklässlern und von  $r=.82$  bei Zweitklässlern berichtet (Stock et al., 2003).

##### *Phonologische Bewusstheit:*

Ein Faktorscore über die beiden Maße der phonologischen Bewusstheit wurde gebildet und als Gesamtmaß für die phonologische Bewusstheit genutzt.

#### d) Lesen

Die Leseleistung wurde mittels Lehrerfragebogen erfasst. Die Lehrer schätzten das Lesen gesamt, das Lesen von Wörtern und das Lesen von Sätzen für jedes Kind ein

(Fragebogen Anhang A-4), die drei Rohwerte wurden mittels Faktorenanalyse integriert.

e) Nonverbale Intelligenz:

Zur Erfassung der nonverbalen Intelligenz wurde der Untertest *Bilder ergänzen* aus der K-ABC (Melchers & Preuß, 1991) zweimal (t0 und t1) eingesetzt. Laut Testhandbuch liegt hier die Split-Half-Reliabilität bei  $r = .80$  für siebenjährige und  $r = .85$  für achtjährige.

## 7 BEFUNDE ZUM ZUSAMMENHANG BZW. ZUR UNABHÄNGIGKEIT DER PHONOLOGISCHEN BEWUSSTHEIT, DES PHONOLOGISCHEN ARBEITSGEDÄCHTNISSES UND DES LEXIKALISCHEN VORWISSENS

Ist die theoretische Ausdifferenzierung der phonologischen Verarbeitung in phonologisches Arbeitsgedächtnis, phonologische Bewusstheit und Aktivierung von Inhalten aus dem Langzeitwissen empirisch begründbar (exploratorische Fragestellung 1)?

Zur Klärung dieser Frage wurden zunächst die Zusammenhänge zwischen allen eingesetzten Variablen mittels Faktorenanalysen überschaubar gemacht. Mit der Faktorenanalyse können Daten gemäß ihrer korrelativen Beziehungen in voneinander unabhängige Gruppen klassifiziert werden. Bowey (1996) und Gathercole et al. (1991) nutzten dieses Verfahren, um die Faktorenstruktur ihrer Daten zu ermitteln. Da beide, besonders Gathercole et al. (1991) sehr wenige Variablen für diese Analyse zur Verfügung hatten, war die Menge möglicher Faktoren bereits dadurch sehr eingeschränkt.

### 7.1 Ergebnisse

In den Tabellen 10 und 11 finden sich die Faktorlösungen für die Gruppe der

Tabelle 10: *Sprachunauffällige Kinder*. Faktorladungen der phonologischen Verarbeitung und des Wortschatzes (Hauptkomponentenanalyse, Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung) für beide Messzeitpunkte einzeln.

	7;8 Jahre		8;5 Jahre	
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 1	Faktor 2
Phonologische Verarbeitung				
Zahlennachsprechen	<b>.840</b>		<b>.762</b>	
Kunstwörternachsprechen	<b>.775</b>		<b>.625</b>	
Pseudowörtersegmentieren	<b>.764</b>		<b>.835</b>	
Vokalersetzen	<b>.830</b>		<b>.845</b>	
Phonologische Verarbeitung und Wortschatz				
Zahlennachsprechen	<b>.841</b>		<b>.751</b>	
Kunstwörternachsprechen	<b>.765</b>		<b>.634</b>	
Pseudowörtersegmentieren	<b>.740</b>		<b>.817</b>	
Vokalersetzen	<b>.833</b>		<b>.831</b>	
Wortschatz	.352		.394	

Anmerkungen:

**fett: alle Faktorladungen über .4**

sprachlich-unauffälligen Kinder, erstens berechnet für die Einzelzeitpunkte und zweitens über die Variablen beider Zeitpunkte.

In der Gruppe der *sprachunauffälligen Kinder* zeigt sich bei der Analyse über die vier Maße der phonologischen Bewusstheit und des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zu beiden Messzeitpunkten und insgesamt jeweils nur ein Faktor.

Tabelle 11: *Sprachunauffällige Kinder*. Faktorladungen der phonologischen Verarbeitung und des Wortschatzes (Hauptkomponentenanalyse, Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung) über beide Messzeitpunkte zusammen.

	Faktoren	
<b>Nur phonologische Verarbeitung</b>		
Zahlennachsprechen 1	<b>.813</b>	
Zahlennachsprechen 2	<b>.744</b>	
Kunstwörternachsprechen 1	<b>.701</b>	
Kunstwörternachsprechen 2	<b>.674</b>	
Pseudowörtersegmentieren 1	<b>.707</b>	
Pseudowörtersegmentieren 2	<b>.716</b>	
Vokalersetzen 1	<b>.821</b>	
Vokalersetzen 2	<b>.757</b>	
<b>Phonologische Verarbeitung und Wortschatz</b>		
Zahlennachsprechen 1	<b>.799</b>	.152
Zahlennachsprechen 2	<b>.749</b>	.037
Kunstwörternachsprechen 1	<b>.684</b>	.141
Kunstwörternachsprechen 2	<b>.650</b>	.179
Pseudowörtersegmentieren 1	<b>.732</b>	-.069
Pseudowörtersegmentieren 2	<b>.698</b>	.165
Vokalersetzen 1	<b>.802</b>	.183
Vokalersetzen 2	<b>.751</b>	.099
Wortschatz 1	.136	<b>.925</b>
Wortschatz 2	.118	<b>.918</b>

Anmerkungen:

**fett: alle Faktorladungen über .4**

Wird der Wortschatz zusätzlich einbezogen, zeigt er eine geringere Ladung auf diesem Faktor, bzw. die anderen vier Variablen scheinen einen hohen Teil Varianz zu teilen, der für den Wortschatz nicht die Rolle zu spielen scheint.

Bei der Analyse über beide Zeitpunkte zeigt sich durch die Verdoppelung der Variablen ein zusätzlicher Faktor für den Wortschatz, so dass sich dieser klar differenzieren lässt.

In der Gruppe der *dysgrammatischen Kinder* (siehe Tabelle 12 und 13) findet man in der ersten Analyse über die vier Verarbeitungsmaße zu den Einzelzeitpunkten ebenfalls nur einen Faktor. Nimmt man den Wortschatz hinzu, zeigt sich ein zweiter Faktor, allerdings so, dass der Wortschatz einen Zusammenhang zu den zwei

Maßen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zeigt, während die phonologische Bewusstheit einen separaten Faktor bildet. Dies lässt sich als Replikation der Studie von Gathercole et al. (1991) begreifen, die faktorenanalytisch einen spezifischen Zusammenhang zwischen phonologischem Arbeitsgedächtnis und Wortschatz zeigte. Auf dem zweiten Faktor lädt zum ersten Zeitpunkt auch das Zahlennachsprechen, was für eine erhöhte Gedächtnisbelastung der Aufgaben der phonologischen Bewusstheit sprechen könnte, während später zu t2 möglicherweise die während der ersten Klasse erworbenen Segmentierungsfertigkeiten für das Kunstwörternachsprechen genutzt werden, was sich in der Ladung des Kunstwörternachsprechens auf der phonologischen Bewusstheit zeigt.

Tabelle 12: *Dysgrammatische Kinder*. Faktorladungen der phonologischen Verarbeitung und des Wortschatzes (Hauptkomponentenanalyse, Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung) für beide Zeitpunkte einzeln.

	7;11Jahre		8;8 Jahre	
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 1	Faktor 2
Nur phonologische Verarbeitung				
Zahlennachsprechen	<b>.803</b>		<b>.584</b>	
Kunstwörternachsprechen	<b>.569</b>		<b>.664</b>	
Pseudowörtersegmentieren	<b>.808</b>		<b>.824</b>	
Vokaleretzen	<b>.745</b>		<b>.782</b>	
Phonologische Verarbeitung und Wortschatz				
Zahlennachsprechen	<b>.557</b>	<b>.621</b>	<b>.756</b>	.206
Kunstwörternachsprechen	<b>.728</b>	.193	<b>.487</b>	<b>.479</b>
Pseudowörtersegmentieren	.106	<b>.865</b>	.110	<b>.876</b>
Vokaleretzen	.090	<b>.811</b>	.130	<b>.848</b>
Wortschatz	<b>.896</b>	.024	<b>.884</b>	.023

Anmerkungen:

**fett: alle Faktorladungen über .4**

Wenn man die Anzahl der Variablen verdoppelt, indem man beide Zeitpunkte einbezieht, zeigen sich drei Faktoren, wobei sich interessanterweise die Variablen zum phonologischen Arbeitsgedächtnis auf verschiedenen Faktoren finden.

Das Kunstwörternachsprechen, das in anderen Studien (z.B. Bowey, 1996) mit Sprachlich-unauffälligen Kindern eine hohe Redundanz zur phonologischen Bewusstheit zeigt, nimmt hier, bei sprachgestörten Kindern, einen eigenen Faktor ein, wie auch die Maße der phonologischen Bewusstheit und drittens das Zahlennachsprechen, das gemeinsame Anteile mit der phonologischen Bewusstheit zu t1 zeigt.



Damit scheint interessanterweise die Unterscheidung von phonologischem Arbeitsgedächtnis und phonologischer Bewusstheit dann wahrscheinlich zu sein, wenn das Kunstwörternachsprechen als Operationalisierung gewählt wird.

Weiterhin könnte man fragen, wieso sich die Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses differenzieren, es scheinen verschiedene Prozesse bzw. vielleicht auch verschiedene Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses eine Rolle zu spielen.

Tabelle 13: *Dysgrammatische Kinder*. Faktorladungen der phonologischen Verarbeitung und des Wortschatzes (Hauptkomponentenanalyse, Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung) über beide Messzeitpunkte zusammen.

Faktoren				
<b>Nur phonologische Verarbeitung</b>				
Zahlennachsprechen 1	<b>.865</b>	.188	.179	
Zahlennachsprechen 2	<b>.887</b>	.092	.157	
Kunstwörternachsprechen 1	.230	.053	<b>.899</b>	
Kunstwörternachsprechen 2	.130	.270	<b>.875</b>	
Pseudowörtersegmentieren 1	<b>.453</b>	<b>.739</b>	.088	
Pseudowörtersegmentieren 2	.153	<b>.829</b>	.154	
Vokalersetzen 1	<b>.588</b>	.325	.130	
Vokalersetzen 2	.109	<b>.841</b>	.142	
<b>Phonologische Verarbeitung und Wortschatz</b>				
Zahlennachsprechen 1	<b>.825</b>	.172	.276	.159
Zahlennachsprechen 2	<b>.835</b>	.083	.292	.125
Kunstwörternachsprechen 1	.209	.052	.157	<b>.886</b>
Kunstwörternachsprechen 2	.133	.264	.080	<b>.873</b>
Pseudowörtersegmentieren 1	<b>.529</b>	<b>.694</b>	-.138	.125
Pseudowörtersegmentieren 2	.199	<b>.816</b>	-.062	.172
Vokalersetzen 1	<b>.655</b>	.267	-.088	.155
Vokalersetzen 2	.079	<b>.872</b>	.250	.091
Wortschatz 1	.061	.034	<b>.951</b>	.006
Wortschatz 2	.264	.036	<b>.841</b>	.295

Anmerkungen:

**fett: alle Faktorladungen über .4**

Werden Faktorenanalysen über Wortschatz und die vier Maße der phonologischen Verarbeitung durchgeführt, so kommt bei der Gesamtanalyse noch ein Wortschatzfaktor hinzu, zu den Einzelzeitpunkten lädt der Wortschatz mit auf dem phonologischen Arbeitsgedächtnis.

Insgesamt ist zu sagen, dass in der Gruppe der sprachunauffälligen Kinder die Dimensionen phonologische Verarbeitung (i.S. phonologisches Arbeitsgedächtnis & phonologische Bewusstheit) und Wortschatz empirisch unterscheidbar sind.

Besonders durch die Befunde in der Gruppe der dysgrammatischen Kinder gibt es Hinweise darauf, dass es sinnvoll sein könnte, mindestens phonologisches Arbeitsgedächtnis, phonologische Bewusstheit und den Einfluss des Langzeitwissen voneinander zu differenzieren.

## 7.2 Diskussion

---

In dieser Arbeit gab es die Möglichkeit Faktorenanalysen über mehr verschiedene Variablen durchzuführen als in den Studien von Bowey (1996) oder Gathercole et al. (1991), was zu zuverlässigeren und eindeutiger interpretierbaren Ergebnissen führen sollte. In der Gruppe der Grundschüler ohne besondere Entwicklungsauffälligkeiten zeigt sich bei der Analyse über die je vier Maße der phonologischen Bewusstheit und des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zu beiden Messzeitpunkten und insgesamt jeweils nur ein Faktor.

Bowey (1996) fand bei fünfjährigen Kindern jeweils nur einen Faktor, egal, ob die Analyse über die vier Maße (jeweils zwei) der phonologischen Verarbeitung, über diese vier und zusätzlich Wortschatz und Grammatikverständnis oder diese sechs und dem Mosaiktestwert durchgeführt wurde. Trotz der hier wesentlich mehr identifizierten Faktoren stützt das vorliegende Ergebnis der Faktorenanalyse die Befunde von Bowey (1996), die von einem gesamten phonologischen Verarbeitungsfaktor ausgeht. Auch hier laden die phonologischen Verarbeitungsmaße auf einem Faktor.

Eine ähnliche Untersuchung, mit vier- und fünfjährigen Kindern berichten Gathercole et al. (1991). Das Anliegen dieser Arbeit war es, einen spezifischen Zusammenhang zwischen phonologischer Bewusstheit und Lesen sowie zwischen Wortschatz und phonologischem Arbeitsgedächtnis zu finden. Sie zeigten jeweils zwei Faktoren, bei je drei in die Analyse einbezogenen Variablen und meinen, den gesuchten Zusammenhang gefunden zu haben. Betrachtet man die Daten der Studie genauer, lässt sich vermuten, dass Gathercole et al. (1991) bei einer Analyse ausschließlich über die eingesetzten Maße der phonologischen Verarbeitung vermutlich nur einen Faktor hätten berichten können, zum einen, weil es sich nur um drei Maße handelt, die, zum zweiten, auch bei zusätzlichem Einschluss des ersten Lesemaßes in der ersten Analyse, im wesentlichen auf einem Faktor laden. Das Lesen bildet in dem Falle (unter Beteiligung des Kunstwörternachsprechens) einen zweiten Faktor. Es stellt sich die

Frage, wieso Gathercole et al. (1991) keine Analyse mit beiden Lesemaßen durchführten, vermutlich hätten sich zwei Faktoren gefunden, man könnte spekulieren, dass sich der Lesefaktor von einem Verarbeitungsfaktor geschieden hätte und damit möglicherweise kein spezifischer Zusammenhang des Lesens zur phonologischen Bewusstheit zu zeigen gewesen wäre, was aber das Anliegen der Arbeit war.

Die Ergebnisse beider Arbeiten widersprechen sich bei zusätzlichem Einschluss des Wortschatzes. Bei Bowey (phonologische Verarbeitung, Grammatikverständnis, Wortschatz) zeigt sich ein Faktor, bei Gathercole et al. (1991) zwei, einer für phonologisches Arbeitsgedächtnis und Wortschatz und einer für phonologische Bewusstheit und Lesen.

Der Befund eines Wortschatzfaktors in der vorliegenden Studie könnte sich entweder aus dem Altersunterschied oder wahrscheinlicher aus der Tatsache ergeben, dass der Wortschatz zu t1 und t2 als zwei Variablen in die Faktorenanalyse einging und diese Variablen dadurch eine Chance auf einen eigenen Faktor bekamen.

Die Einzelkorrelationen in der Gruppe der dysgrammatischen Kinder zeigen insgesamt weniger Zusammenhänge, teilweise lässt sich das sicherlich auch auf die geringere statistische Power zurückführen. Auffällig ist, dass das Kunstwörternachsprechen zu t1 nur Zusammenhänge zu den Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zu t2 sowie dem Wortschatz zu t2 zeigte. Die faktorenanalytischen Befunde in der Gruppe der dysgrammatischen Kinder unterscheiden sich dementsprechend deutlich von denen in der Gruppe der sprachunauffälligen Kinder: Zwar zeigt sich in der ersten Analyse über die vier Verarbeitungsmaße zu den Einzelzeitpunkten auch nur ein Faktor, aber bereits, wenn man den Wortschatz hinzuzieht, zeigt sich ein Faktor für Wortschatz und phonologisches Arbeitsgedächtnis und ein weiterer für die phonologische Bewusstheit.

Auf diesem zweiten Faktor lädt zu beiden Zeitpunkten jeweils zusätzlich eins der Maße des phonologischen Arbeitsgedächtnisses; zu t1 das Zahlennachsprechen und zu t2 das Kunstwörternachsprechen. Dieses Zusammenhangmuster gibt möglicherweise einen Hinweis darauf, in welcher Form die Aufgaben der phonologischen Bewusstheit bearbeitet werden: Zu t1 scheint die Kapazität der Rehearsalschleife stärker gefordert zu sein, gefordert sind sprachliche analytische und synthetische (Vokalersetzen) Leistungen; die Kinder benötigen dabei (in der ersten Klasse, da noch nicht automatisiert) eine hohen Grad an Aufmerksamkeit für die Aufgabe und sprechen vor sich hin, um das Material nicht zu vergessen und die Aufgabe sequentiell

richtig zu lösen. Zu t2 bearbeiten die Kinder die Aufgabe möglicherweise ganzheitlicher über den Gesamtklang, da der Umgang mit Phonemen durch die schriftsprachliche Erfahrung zunehmend beherrscht wird. Die dabei erforderliche phonologische Arbeitsgedächtnisleistung ist der, die durch das Kunstwörternachsprechen gefordert wird, vermutlich ähnlicher.

Verdoppelt man die Anzahl der Variablen, indem man beide Zeitpunkte einbezieht, zeigen sich drei Faktoren, wobei interessanterweise das Kunstwörternachsprechen nicht auf dem gleichen Faktor lädt, wie das Zahlennachsprechen. Weiterhin lässt sich der Wortschatz differenzieren, was für die Unabhängigkeit dieser Komponente der phonologischen Verarbeitung spricht. Weiterhin zeigt sich ein Faktor, auf dem beide Maße der phonologischen Bewusstheit zu t2 und das Pseudowörtersegmentieren zu t1 laden.

Die Differenzierung der phonologischen Arbeitsgedächtnismaße auf zwei Faktoren lässt sich sicherlich auf die unterschiedlichen Aufgabenanforderungen zurückführen: das sequentielle Merken bekannten Materials beim Zahlennachsprechen und das kurzzeitige Merken eines unbekannten Klangmusters beim Nachsprechen von Kunstwörtern, also möglicherweise auf die zwei Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses: die Rehearsalschleife und den phonetischen Speicher.

Das Zahlennachsprechen zeigt wiederum den Zusammenhang zu beiden Maßen der phonologischen Bewusstheit zu t1 (siehe oben), während die Unabhängigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses von der phonologischen Bewusstheit empirisch dann wahrscheinlich zu sein scheint, wenn das Kunstwörternachsprechen als Operationalisierung für das phonologische Arbeitsgedächtnis gewählt wird.

Beim Vergleich der Faktorenlösungen zwischen den Gruppen der dysgrammatischen und sprachunauffälligen Kinder ist der Hauptunterschied in der größeren Differenzierung zwischen den Variablen der phonologischen Verarbeitung in der Gruppe der sprachgestörten Kinder und außerdem sogar zwischen den Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zu sehen. Dies könnte für die spezifische Störung einer der Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses sprechen oder/und auch bedeuten, dass die Kinder ihre defizitären Gedächtnisleistungen durch für jedes der hier geforderten Arbeitsgedächtnismaße andere Mechanismen ausgleichen.

## 8 ANALYSEN ZUR LOKALISATION DES ENTWICKLUNGSDEFIZITS DER SPRACHGESTÖRTEN KINDER IM PHONOLOGISCHEN ARBEITSGEDÄCHTNIS

Im Gegensatz zur Gruppe der entwicklungsunauffälligen Grundschüler, bei denen alle Maße der phonologischen Verarbeitung auf einem Faktor luden, ließ sich in der Gruppe der dysgrammatischen Kinder zeigen, dass die Maße des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf verschiedenen Faktoren luden, ebenso ließ sich die phonologische Bewusstheit weitgehend differenzieren.

Anschließend soll jetzt gefragt werden, ob sich das phonologische Arbeitsgedächtnis dysgrammatischer Kinder von dem gleichaltriger sprachunauffälliger Kinder unterscheidet (Fragestellung 2)?

Nach Hasselhorn, Grube und Mähler (2000) lassen sich für beide Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses jeweils zwei Merkmale identifizieren: Die Leistungsfähigkeit des subvokalen Rehearsalprozesses wird erstens vom Automatisierungsgrad seiner Aktivierung und zweitens seiner Geschwindigkeit bestimmt. Die Qualität des phonetischen Speichers hängt drittens von dessen zeitlich dimensionierter Größe und viertens von der Präzision ab, mit der er akustische Information ablegt und wiedergibt. Diese vier Merkmale des phonologischen Arbeitsgedächtnisses werden jetzt der Reihe nach betrachtet (siehe Abbildung 2).

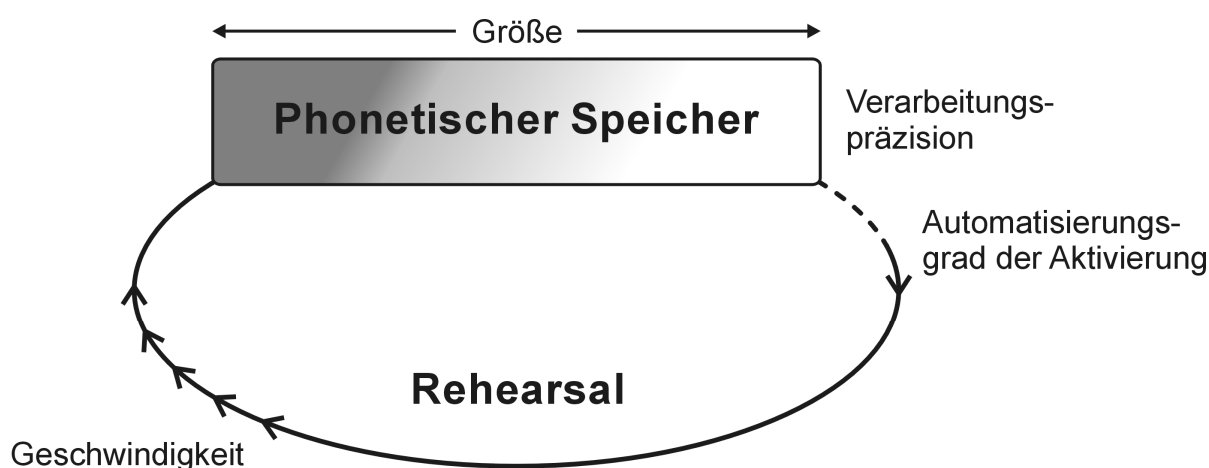


Abbildung 2: Modell des phonologischen Arbeitsgedächtnisses (nach Hasselhorn, Grube & Mähler, 2000)

## 8.1 Aktivierung des Rehearsalprozesses

---

Als Hinweis auf die Aktivierung des subvokalen Rehearsalprozesses wird das Vorhandensein des Wortlängeneffekts gewertet (Hulme & Mackenzie, 1992; Gathercole & Baddeley, 1993; Hasselhorn, Grube & Mähler, 2000). Dem liegt die Annahme (und der empirische Nachweis) zugrunde, dass längere Wörter eine entsprechend längere Sprechdauer haben und für diese deshalb schon nach weniger Wörtern (aber der gleichen Zeit) die Kapazitätsgrenze der Rehearsalschleife erreicht ist. Äquivalent lässt sich der Zusammenhang von Sprechrate und Gedächtnisspanne betrachten: Je schneller ein Kind spricht, desto mehr kurze im Vergleich zu längeren Wörter kann es in der gleichen Zeit sprechen, entsprechend soll die Existenz dieses Zusammenhangs hier als Hinweis auf die Aktivierung des Rehearsalprozesses gewertet werden.

Bei den Grundschülern zeigte sich zu t1 ein Zusammenhang von  $r(63)=.38$ ,  $p<.05$  und zu t2 von  $r(63)=.43$ ,  $p<.05$ , so dass von einer automatisierten Aktivierung des Rehearsalprozesses ausgegangen werden kann. Bei den dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern zeigt sich kein Zusammenhang zwischen dem Zahlen-nachsprechen und der Sprechrate (t1:  $r(32)=.17$ , n.s.; t2:  $r(32)=.13$ , n.s.), dies spricht gegen den Einsatz kumulativen Rehearsals.

## 8.2 Geschwindigkeit des Rehearsalprozesses

Als Maß für die Geschwindigkeit des Rehearsalprozesses wurde die Sprechrate genutzt. Wie in den übrigen Maßen (siehe Anhang C-1 und C-2) zeigte sich auch hier ein Entwicklungsrückstand der sprachgestörten Kinder ( $F(1;95)=45.05$ ,  $p<.001$ ; Abbildung 3).

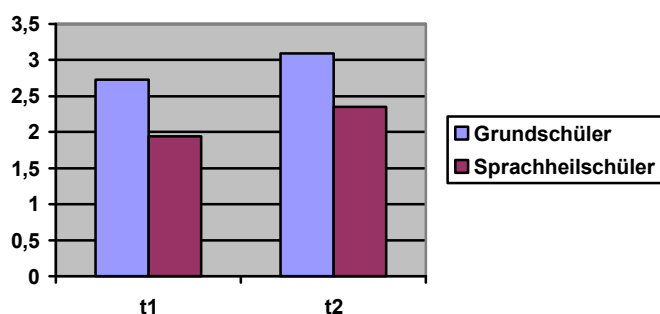


Abbildung 3: Mittelwerte der Sprechrate

Weiterhin gab es einen Entwicklungseffekt über die Zeit ( $F(1;95)=29.46$ ,  $p<.001$ ) und keine Wechselwirkung ( $F(1;95)<1$ ). Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t1 ( $t(94)=-6.90$ ;  $p<.001$ ) und t2 ( $t(95)=-5.60$ ;  $p<.001$ ). Auch der Entwicklungseffekt zeigte sich in beiden Gruppen (GS:  $t(63)=-4.21$ ;  $p<.001$ ; SHS:  $t(32)=-3.79$ ;  $p<.001$ ).

Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden (t1:  $F(2;94)=15.01$ ,  $p<.001$ ; t2:  $F(2;94)=9.13$ ,  $p<.001$ ).

Insgesamt ist also von einer geringeren Geschwindigkeit des Rehearsalprozesses (so er genutzt wird) bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern auszugehen.

### 8.3 Der phonetische Speicher - Das Kunstwörterexperiment

#### **Material und Erwartungen:**

Die Präzision des phonetischen Speichers lässt sich durch die eingesetzte Aufgabe zum Kunstwörternachsprechen überprüfen, es wurden kurze und lange Kunstwörter mit und ohne Rauschen nachgesprochen. Sollten die dysgrammatischen Kinder eine eingeschränkte zeitliche Größe des phonetischen Speichers aufweisen, müsste sich ein Leistungsabfall bei viersilbigen Kunstwörtern zeigen. Das beweist allerdings noch nicht, dass sie eine geringere Speichergröße aufweisen, da nicht sicher ist, ob längere Wörter möglicherweise auch höhere Anforderungen an die Qualität stellen. Wenn die Qualität des phonetischen Speichers die Ursache der Sprachprobleme ist, sollten die sprachgestörten Kinder bei den verrauschten Kunstwörtern geringere Leistungseinbußen zeigen, als sprachunauffällige Kinder (vgl. Hasselhorn & Werner, 2000, für weitere Begründungen für diese Logik). Dann soll die Differenz zwischen verrauschten und unverrauschten Kunstwörtern als Maß für die Qualität des phonetischen Speichers genutzt werden.

#### **Versuchsplan:**

Es handelte sich somit um einen dreifaktoriellen Versuchsplan mit den Faktoren Gruppe, Darbietungsart und Silbigkeit (siehe Tabelle 14). Über die beiden letzteren Faktoren wurde eine Messwiederholung durchgeführt. In der Auswertung wurden die zwei- und dreisilbigen Items zu einem Mittelwert zusammengefasst.

Tabelle 14: Versuchsplan für das Kunstwörterexperiment (jeweils vier Items pro Faktorstufenkombination)

<b>3 Faktoren:</b>	<b>I: Gruppe</b>	Grundschüler		Sprachheilschüler	
	<b>II: Darbietungsart</b>	<i>unverzerrt</i>	<i>verzerrt</i>	<i>unverzerrt</i>	<i>verzerrt</i>
<b>III: Silbigkeit</b>	2	4	4	4	4
	3	4	4	4	4
	4	4	4	4	4



## Ergebnisse:

### Zeitpunkt1:

Die Mittelwerte pro Faktorstufenkombination sind in Abbildung 4 ersichtlich. Bei einer Varianzanalyse zeigte sich ein Haupteffekt der Silbigkeit ( $F(1;95)=124,93$ ,  $p<.001$ ), ein Haupteffekt des Rauschens ( $F(1;95)=522,55$ ,  $p<.001$ ) und ein Haupteffekt der Gruppe ( $F(1;95)=22,21$ ;  $p<.001$ ), eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Rauschen ( $F(1;95)=33,44$ ;  $p<.001$ ), eine Wechselwirkung von Silbigkeit und Gruppe ( $F(1;95)=6,08$ ;  $p<.05$ ), keine Wechselwirkung zwischen Silbigkeit und Rauschen und auch die Dreifachinteraktion blieb nichtsignifikant (beide  $F(1;95)<1$ ).

Die Wechselwirkungen zeigen, dass die Sprachheilschüler tatsächlich durch das Rauschen weniger beeinträchtigt wurden und dass sie einen größeren Leistungsabfall durch die Wortlänge hatten.

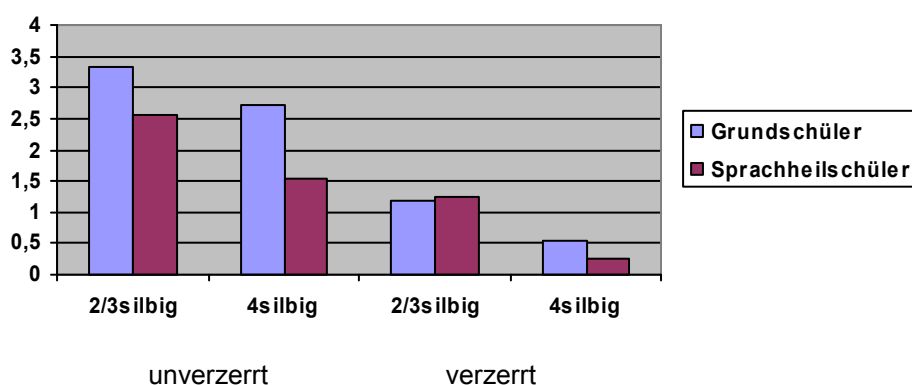


Abbildung 4: Ergebnisse des Kunstwörterexperiments zu t1

Da die Wechselwirkung Gruppe x Silbigkeit und der Effekt der Gruppe in diesem Zusammenhang für verrauschte Kunstwörter interessiert und es bei einer Gesamtanalyse zu einer Konfundierung der Faktorstufen kommt, wurde noch eine weitere Varianzanalyse nur über verrauschte Kunstwörter gerechnet. Dabei zeigte sich, dass die Gruppen vergleichbare Leistungen brachten ( $F(1;95) = 1,19$ , n.s.) der Haupteffekt der Silbigkeit bestand ( $F(1;95)=57,86$ ,  $p<.001$ ) und die Wechselwirkung Gruppe x Silbigkeit ( $F(1;95)=2,42$ ) nicht signifikant war.

Univariate Kovarianzanalysen zeigen, dass sich die Gruppen bei Ausschluss der nonverbalen Intelligenz und des Alters in den zwei- und dreisilbigen unverzerrten ( $F(1;93)=16,85$ ,  $p<.001$ ), den viersilbigen unverzerrten ( $F(1;93)=15,43$ ,  $p<.001$ ) Kunstwörtern unterscheiden, nicht jedoch bei den zwei- und dreisilbigen verzerrten ( $F(1;93)<1$ , n.s.), den viersilbigen verzerrten ( $F(1;93)=1,24$ , n.s.) Kunstwörtern.

Bei den viersilbigen verzerrten Kunstwörtern gibt es allerdings einen Bodeneffekt in beiden Gruppen, so dass die Vergleichbarkeit der Leistungen unter dieser Bedingung nicht eindeutig interpretierbar ist.

### Zeitpunkt 2:

Die Mittelwerte pro Faktorstufenkombination sind in Abbildung 5 ersichtlich. Bei einer Varianzanalyse über alle drei Faktoren zeigte sich ein Haupteffekt der Silbigkeit ( $F(1;95)=192,58$ ,  $p<.001$ ), ein Haupteffekt des Rauschens ( $F(1;95)=895,64$ ,  $p<.001$ ) und ein Haupteffekt der Gruppe ( $F(1;95)=30,30$ ;  $p<.001$ ), eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Rauschen ( $F(1;95)=21,94$ ;  $p<.001$ ), eine Wechselwirkung von Silbigkeit und Gruppe ( $F(1;95)=11,47$ ;  $p<.001$ ), eine Wechselwirkung zwischen Silbigkeit und Rauschen ( $F(1;95)=28,37$ ,  $p<.001$ ) und auch die Dreifachinteraktion ist signifikant ( $F(1;95)=14,43$ ,  $p<.001$ ).

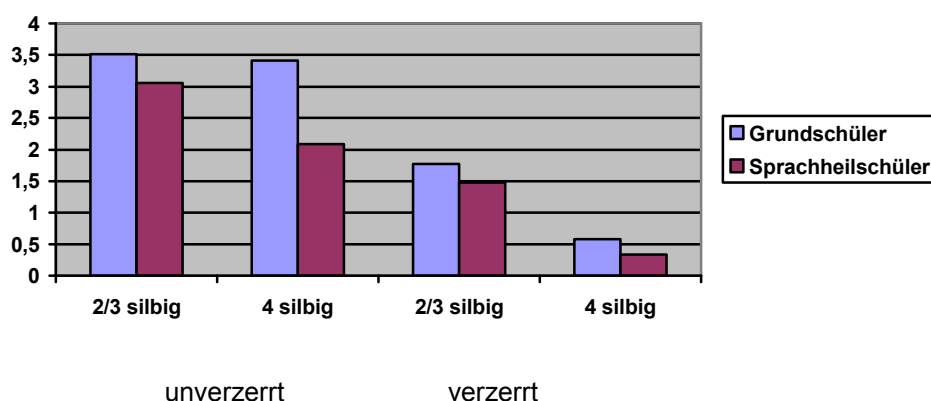


Abbildung 5: Leistung im Kunstwörterexperiment zu t2

Die beiden letztgenannten Wechselwirkungen unterscheiden sich vom Befundmuster zu t1, vermutlich kommen sie zustande, weil bei den sprachunauffälligen Kindern bei unverrauschten Kunstwörtern (jeder Silbigkeit) ein Deckeneffekt auftrat. Auch der größere Leistungsabfall bei Grundschülern durch die höhere Silbenzahl ist hier vermutlich dem Deckeneffekt geschuldet. Die Sprachheilschüler wurden auch hier durch das Rauschen weniger beeinträchtigt.

Eine weitere Messwiederholungsvarianzanalyse wurde nur über verrauschte Kunstwörter durchgeführt. Der Effekt der Silbigkeit zeigte sich natürlich ( $F(1;95)=196,84$ ,  $p<.001$ ), hier blieb im Gegensatz zu t1 der Gruppenunterschied erhalten ( $F(1;95)=5,45$ ,  $p<.05$ ) und die Wechselwirkung Gruppe x Silbigkeit war nicht signifikant ( $F(1;95)<1$ ). Wird in der Messwiederholungsvarianzanalyse nur über verrauschte

Kunstwörter zusätzlich die nonverbale Intelligenz und das Alter als Kovariate eingeschlossen, verschwindet der Gruppeneffekt bei verzerrten Kunstwörtern ( $F(1;93) < 1$ , n.s.). Bei unverzerrten Kunstwörtern bleibt der Gruppeneffekt erhalten ( $F(1;93) = 24.67$ ,  $p < .001$ ) und es zeigt sich eine Wechselwirkung Silbigkeit x Gruppe ( $F(1;93) = 13.80$ ,  $p < .001$ ).

Univariate Kovarianzanalysen zeigen, dass sich die Gruppen bei Ausschluss der nonverbalen Intelligenz und des Alters in den zwei- und dreisilbigen unverzerrten ( $F(1;93) = 6.35$ ,  $p < .05$ ), den viersilbigen unverzerrten ( $F(1;93) = 27.42$ ,  $p < .001$ ) Kunstwörtern unterscheiden, nicht jedoch bei den zwei- und dreisilbigen verzerrten ( $F(1;93) = 1.84$ , n.s.) und den viersilbigen verzerrten ( $F(1;93) = 1.05$ , n.s.) Kunstwörtern, bei letzteren gab es auch hier einen Bodeneffekt.

## 8.4 Zeitliche Dimension des phonetischen Speichers

Die zeitliche Dimension des phonetischen Speichers lässt sich nur schwer von seiner Qualität trennen (vgl. Hasselhorn, Grube & Mähler, 2000). Einen Hinweis auf die Kapazität gibt die Leistung im Nachsprechen unverrauschter Kunstwörter. Bei einer reduzierten Kapazität des phonetischen Speichers bei spezifisch-sprachgestörten Kindern sollte es bei den längeren Kunstwörtern zu einer größeren Leistungseinbuße kommen als bei sprachlich unauffälligen Kindern. Die Mittelwerte und Standardabweichungen sind in Tabelle 15 aufgeführt.

Bei einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung zu t1 zeigte sich neben dem Haupteffekt der Gruppe ( $F(1;95)=34.34$ ,  $p<.001$ ) ein Haupteffekt der Silbigkeit ( $F(1;95)=73.73$ ,  $p<.001$ ) und die gesuchte Wechselwirkung ( $F(1;95)=4.13$ ,  $p<.05$ ). Einzelvergleiche zeigen, dass sich die Gruppen bei jeder Silbigkeit unterschieden.

Dysgrammatische, wie sprachlich unauffällige Kinder zeigen einen Leistungsabfall bei viersilbigen im Vergleich zum Mittelwert von zwei- und dreisilbigen Items (Dysgrammatiker:  $t(32)=6.50$ ,  $p<.001$ ; Grundschüler:  $t(63)=5.64$ ,  $p<.001$ ). Die Wechselwirkung scheint durch den größeren Leistungsabfall der sprachgestörten Kinder bei viersilbigen Kunstwörtern begründet.

Tabelle 15: Mittelwerte und Standardabweichungen im Kunstwörternachsprechen (unverzerrt) nach Silbigkeit zu t1.

	t1		t2	
Silbigkeit	2/3	4	2/3	4
Dysgrammatiker	2.55 (.89)	1.55 (.94)	3.34 (.60)	2.09 (1.04)
Grundschüler	3.06 (.63)	2.72 (1.11)	3.51 (.53)	3.41 (.79)
Gruppenunterschied: t-Wert	-4.61***	-5.21***	-3.47***	-6.94***

Zu t2 zeigte sich neben dem Haupteffekt der Gruppe ( $F(1;95)=44.01$ ,  $p<.001$ ) ein Haupteffekt der Silbigkeit ( $F(1;95)=37.35$ ,  $p<.001$ ) und eine Wechselwirkung ( $F(1;95)=24.53$ ,  $p<.001$ ).

Anhand der Mittelwerte und Standardabweichungen lässt sich deutlich ein Deckeneffekt bei Kunstwörtern jeder Silbigkeit in der Gruppe der Grundschüler erkennen, bei den kürzeren Kunstwörtern sind auch die Sprachheilschüler nicht weit von der Testdecke entfernt. Lediglich bei viersilbigen Kunstwörtern zeigten die Sprachheilschüler eine geringere Leistung. Dieser Befund entspricht den Erwartungen, lässt sich aber nur unter Vorbehalt interpretieren, da nicht sicher ist, ob die Wechselwirkung auch dann auftreten würde, wenn sich die Leistung der Grundschüler nicht an der Testdecke befinden würde.

Aufgrund des Befundes zu t1 lässt sich die Erwartung, dass es bei sprachgestörten Kindern und den längeren Kunstwörtern zu einer größeren Leistungseinbuße kommt, als bei sprachlich unauffälligen Kindern, bestätigen. Das könnte ein Hinweis auf eine reduzierte Kapazität des phonetischen Speichers bei spezifisch-sprachgestörten Kindern sein.

Allerdings gibt es bei längeren Wörtern auch einen höheren Anspruch an die Qualität der Verarbeitung. Der Gruppenunterschied im Kunstwörternachsprechen bleibt jedoch erhalten, wenn die Qualität des phonetischen Speichers ausgeschlossen wird (t1:  $F(1;94)=4.04$ ,  $p<.05$ ; t2:  $F(1;94)= 25.89$ ,  $p<.001$ ). Dabei ist das Ergebnis zu t1 aufgrund der Deckeneffekte zu t2 aussagekräftiger.

## 8.5 Die Qualität des phonetischen Speichers

Als Maß für die Qualität des phonetischen Speichers wurde die Differenz der Leistung des Nachsprechens von unverrauschten und verrauschten Kunstwörtern genutzt. Aufgrund vorliegender Ergebnisse (Hasselhorn & Werner, 2000) wurde erwartet, dass die dysgrammatischen Kinder eine geringere Qualität des phonetischen Speichers zeigen sollten (siehe Abbildung 6).

Bei der Qualität des phonetischen Speichers zeigte sich bei einer Messwiederholungsvarianzanalyse über beide Zeitpunkte und Gruppen ein signifikanter Effekt der Gruppe ( $F(1;95)=34.06$ ,  $p<.001$ ), der Zeiteffekt war knapp nichtsignifikant ( $F(1;95)=3.04$ ,  $p<.1$ ), die Wechselwirkung wurde signifikant ( $F(1;95)=5.61$ ,  $p<.05$ ). Letztere ergab sich möglicherweise aus dem Deckeneffekt bei unverrauschten Kunstwörtern in der Gruppe der Grundschüler.

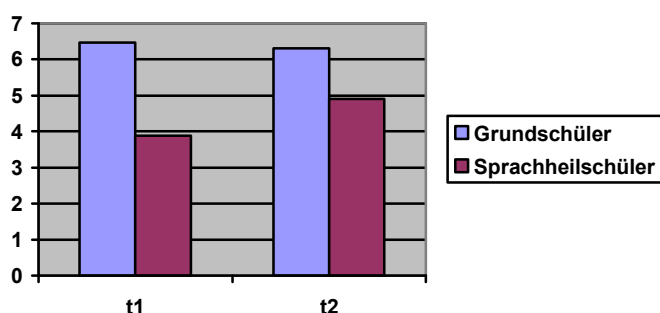


Abbildung 6: Qualität des phonetischen Speichers

Einzelvergleiche zeigten eine Vergrößerung der Qualität bei den dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern ( $t(32) = -2.52$ ,  $p<.05$ ) und keine Veränderung bei den sprachlich-unauffälligen Kindern ( $t(63) = .54$ , n.s.).

Es gab zu beiden Zeitpunkten einen Gruppeneffekt ( $t1$ :  $t(51,35) = -5.26$ ,  $p<.001$ ;  $t2$ :  $t(95) = 3.54$ ,  $p<.001$ ). Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden ( $t1$ :  $F(2;94) = 4.92$ ,  $p<.01$ ;  $t2$ :  $F(2;94) = 9.68$ ,  $p<.001$ ).

Somit ist von einer reduzierten Qualität des phonetischen Speichers auszugehen.

## 8.6 Diskussion

---

In diesem Kapitel wurde versucht, das Entwicklungsdefizit der sprachgestörten Kinder im phonologischen Arbeitsgedächtnis zu identifizieren. Sowohl Gathercole und Baddeley (1990a) als auch Hasselhorn und Werner (2000, siehe auch Hasselhorn et al., 2003) vermuten die Ursache der spezifischen bzw. dysgrammatischen Sprachentwicklungsstörung in der Speicherkomponente des phonologischen Arbeitsgedächtnisses bzw. genauer in der Qualität des phonetischen Speichers. Diese Spezifizierung schlugen Hasselhorn, Grube & Mähler (2000) vor. Sie unterscheiden für beide Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses jeweils zwei Merkmale: Die Leistungsfähigkeit des subvokalen Rehearsalprozesses wird erstens vom Automatisierungsgrad seiner Aktivierung und zweitens von seiner Geschwindigkeit bestimmt. Die Qualität des phonetischen Speichers hängt drittens von dessen zeitlich dimensionierter Größe und viertens von der Präzision ab, mit der er akustische Information ablegt und wiedergibt. Diese Komponenten wurden hier – soweit möglich – nacheinander betrachtet.

Als Hinweis auf die *Aktivierung des subvokalen Rehearsalprozesses* wurde die Existenz des Zusammenhanges von Sprechrate und Gedächtnisspanne gewertet: Je schneller ein Kind spricht, desto mehr kurze im Vergleich zu längeren Wörtern kann es in der gleichen Zeit sprechen. Bei den Grundschulern lässt sich dieser Zusammenhang zeigen, nicht jedoch bei den dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern. Dieser Befund spricht für die Nicht-Automatisierung des Rehearsalprozesses bei den dysgrammatischen Kindern dieser Stichprobe. Allerdings lässt sich dieser Zusammenhang auch bei sprachunauffälligen Kindern mitunter nicht zeigen (z.B. Henry, 1994).

Betrachtet man die Charakteristika der vorliegenden Stichproben, so zeigt sich eine Vergleichbarkeit in der nonverbalen Intelligenz sowohl bei Süß (1997), als auch bei Gathercole und Baddeley (1990a). Das war in der hier vorliegenden Studie nicht gegeben.

Hasselhorn und Mähler (2007) verglichen zehnjährige Lernbehinderte mit drei Jahre jüngeren Kindern gleichen Intelligenzalters und fanden einen Wortlängeneffekt nur bei den jüngeren Kontrollgruppenkindern, nicht jedoch bei den Lernbehinderten. Sie interpretierten diesen Befund so, dass die Ursache der schlechteren kognitiven Leistungen in der mangelnden automatischen Aktivierung des subvokalen Rehearsalpro-

zesses zu suchen ist. Möglicherweise lässt sich dieser Befund auf die vorliegende Studie übertragen, so dass man vermuten könnte, dass die geringere – und sich hier nicht nachweisbar entwickelnde – nonverbale Intelligenz ebendiese Ursache hat.

Als nächstes wurde die Geschwindigkeit des Rehearsalprozesses (so er eingesetzt werden würde) verglichen. Es fand sich ein signifikanter Gruppeneffekt, der auch nach Ausschluss des Einflusses von Alter und Intelligenz erhalten blieb. In der Diplomarbeit von Süß (1997) zeigte sich ebenfalls im Vergleich zu intelligenzgleichen Kontrollkindern eine geringere Sprechrate. Bei Gathercole und Baddeley (1990a) wurde der Unterschied nicht signifikant, jedoch sicher nur wegen der sehr kleinen Stichprobe von fünf Kindern: der Unterschied betrug 1.46 Standardabweichungen bei der Sprechrate einsilbiger Wörter und 1.08 SD bei dreisilbigen. Gathercole, Service, Hitch, Adams und Martin (1999) interpretieren in ihrer Studie mit vierjährigen Kindern die Sprechrate als Einfluss der artikulatorischen Fertigkeiten der Kinder. Die Teilnahme von Kindern mit Artikulationsstörungen in der Studie von Süß (1997), sowie in der hier vorliegenden, legen eine solche Interpretation nahe.

Beim Vergleich von spezifisch-sprachgestörten Kindern mit Kindern des gleichen Sprachentwicklungsstandes lässt sich der Wert eines gefundenen Defizits für die Formulierung einer Ursachenhypothese feststellen: dysgrammatisch-sprachgestörte Kinder schneiden in allen bekannten Leistungsbereichen, außer in den sprachlichen Leistungsbereichen, nach denen sie parallelisiert wurden, besser ab, als Kinder des gleichen Sprachentwicklungsstandes. Sowohl Gathercole und Baddeley (1990a) als auch Hasselhorn et al. (1995) fanden, dass die sprachgestörten Kinder lediglich im Nachsprechen mehrsilbiger Kunstwörter schlechter waren, als die sprachgleichen Kontrollkinder. Hasselhorn et al. (1995) konnten zusätzlich zeigen, dass die dysgrammatischen Kinder bei der Verzerrung der Kunstwörter eine geringere Leistungseinbuße zeigten als sprachunauffällige Kinder bzw. sogar (kompensatorisch?) bessere Leistungen zeigten als die intelligenzgleiche Kontrollgruppe.

Gathercole und Baddeley (1990a) vermuten deshalb die Ursache der spezifischen Sprachentwicklungsstörung im phonetischen Speicher; Hasselhorn et al. (1995) gehen noch weiter und sehen in der Qualität des phonetischen Speichers die Ursache. Hasselhorn, Grube und Mähler (2000) schränken jedoch ein, dass sich die zeitliche Größe in diesem Kontext schwer von der Qualität trennen lässt.



Dieselbe Schwierigkeit trat auch hier auf, es wurde versucht beides zu trennen, indem zuerst eine Wechselwirkung zwischen Silbigkeit und Gruppe gesucht wurde, dergestalt, dass die sprachgestörten Kinder bei den viersilbigen Kunstwörtern einen größeren Leistungsabfall zeigen sollten. Sinnvoll interpretiert werden konnten nur die Daten zu t1, da es zu t2 einen Deckeneffekt bei den sprachlich-unauffälligen Kindern und bei zweisilbigen Items auch bei dysgrammatischen Kindern gab. Diese Wechselwirkung wurde signifikant, exakt in der erwarteten Richtung, so dass sich die vorliegenden Ergebnisse replizieren ließen (Gathercole & Baddeley, 1990a; Hasselhorn et al., 1995).

Vor dem Hintergrund, dass sich sowohl bei Hasselhorn et al. (1995) als auch bei Gathercole und Baddeley (1990a) ein Leistungsabfall bei viersilbigen Kunstwörtern zeigte und letztere zusätzlich zeigen konnten, dass der phonetische Ähnlichkeitseffekt und ebenso der Wortlängeneffekt bei langen Itemsequenzen bei sprachgestörten Kindern nicht auftrat, liegt die Annahme eines grundsätzlichen Kapazitätsproblems im phonologischen Arbeitsgedächtnis nahe.

Auch bezüglich der Qualität des phonetischen Speichers ließen sich die Ergebnisse von Hasselhorn et al. (1995) replizieren, sprachlich unauffällige Kinder zeigten einen größeren Leistungsabfall durch verzerrte Darbietung, während die dysgrammatischen Kinder geringer – aber auch deutlich – beeinträchtigt wurden, die Leistung der Gruppen war unter dieser Bedingung vergleichbar. Bei den viersilbigen Kunstwörtern zeigten allerdings beide Gruppen einen Bodeneffekt, so dass eine auch hier mögliche Beeinträchtigung der Sprachheilschüler nicht hätte sichtbar werden können. Da sie bei zwei- und dreisilbigen Kunstwörtern – ohne Boden oder Deckeneffekte – aber vergleichbare Leistungen zeigten, scheint die Simulation der Speicherqualität der sprachgestörten Kinder bei den unauffälligen Kindern soweit gelungen zu sein.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die in dieser Arbeit untersuchten sprachgestörten Kinder in allen vier von Hasselhorn, Grube und Mähler (2000) vorgeschlagenen Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses Defizite aufwiesen. Die Frage, ob eines oder mehrere dieser Defizite als Ursache für die Sprachauffälligkeiten dysgrammatisch-sprachgestörter Kinder in Frage kommt, lässt sich im Rahmen des gewählten Designs nicht beantworten.

Es bleibt eine interessante Frage: Was ist die Qualität des phonetischen Speichers? Ein geringeres oder stärkeres Rauschen im Speicher? Beruht ein Großteil der Variabilität durch den phonetischen Speicher auf der Qualität?

Die Variable Qualität des phonetischen Speichers wurde als Differenzmaß des stark verrauschten und unverrauschten Kunstwörternachsprechens gebildet. Dem lag die Annahme zugrunde, dass verrauschte und unverrauschte und lange wie kurze Kunstwörter in ähnlicher Weise verarbeitet werden und sich in der Differenz tatsächlich die Klarheit der Repräsentation zeigen sollte und nicht die Menge oder Länge der nachgesprochenen Items. Das wurde nicht nachgewiesen, wäre aber überprüfbar, indem versucht würde, die üblichen Gedächtniseffekte mit verrauschten und unverrauschten Kunstwörtern zu zeigen.

Methodisch gesehen wurde also angenommen, dass die Variable kein redundantes Maß zum Kunstwörternachsprechen ist, sondern diese mögliche Redundanz (die durch die Bildung der Variable entstehen könnte), durch die Differenzbildung verschwindet.

Daraus resultiert die – weiterführende – Frage, ob die Qualität etwas ist, was sich entwickelt? Es gibt zwei Untersuchungen, die Mittelwerte berichten (Hasselhorn & Körner, 1997, Süß, 1997) und auch in dieser Arbeit gibt es welche. Diese vorliegenden Daten könnten fortführend ausgewertet werden.

Weiter bleibt die Frage, ob diese Variable ein intern-konsistentes Maß ist oder ob beispielsweise viersilbige Items anders verarbeitet werden als zwei- oder dreisilbige, ob im Laufe der Entwicklung der Rehearsalprozess eine Rolle spielt oder die Schnelligkeit der Informationsverarbeitung, so dass durch die größere Menge, die verarbeitet werden kann, vielleicht qualitative Verbesserungen zu erwarten sind. Vielleicht spielt auch lexikalische oder phonologische Restrukturierung eine Rolle. Denkbar wäre beispielsweise, dass ältere Kinder klarere Repräsentationen aufweisen, durch das Rauschen deshalb einen größeren Leistungsabfall aufweisen, aber durch das größere Langzeitwissen und den schnelleren Zugriff darauf verrauschte Items besser rekonstruieren (lexikalisch oder phonologisch) und nachsprechen können.

Ferguson & Bowey (2005, Bowey, 2001) nutzten Aufgaben der phonologischen Bewusstheit, um diesen Einfluss zu erfassen. In dieser Arbeit spielte die phonologische Bewusstheit keine wesentliche Rolle, da sie keinen Einfluss auf die Entwicklung des Wortschatzes zeigte.

Die in den vorliegenden Studien eingesetzten Variablen sind sehr verschieden, es scheint sich jedoch auf den ersten Blick keine Erklärung für die unterschiedlichen Befunde anzubieten. Auffällig ist, dass bei Bowey (1996) und Gathercole et al. (1991) bereits bei sehr jungen vier- und fünfjährigen Kindern deutliche Zusammenhänge zur phonologischen Bewusstheit im engeren Sinne (Skowronek & Marx, 1989) gefunden wurden, die bei deutschsprachigen Vorschulkindern nicht erwartet werden (Jansen, 1985, 1992; Mannhaupt & Jansen, 1989). Möglicherweise gibt es hier einen kulturellen Unterschied.

## 9 ANALYSEN ZUM EINFLUSS DES PHONOLOGISCHEN ARBEITSGEDÄCHTNISSES AUF DIE ENTWICKLUNG DES WORTSCHATZES UND DIE KAUSALRICHTUNG DES EINFLUSSES

---

Hat das phonologische Arbeitsgedächtnis für den Wortschatzerwerb dysgrammatisch – sprachgestörter Kinder eine Bedeutung (Fragestellung 3)?

Um zu überprüfen, ob das phonologische Arbeitsgedächtnis für den Wortschatzerwerb bei dysgrammatisch – sprachgestörten Kinder eine Bedeutung hat, wurden die vorliegenden Daten längsschnittlich ausgewertet. Dabei wurde zuerst versucht, das Ergebnis von Gathercole et al. (1992; größerer Einfluss des Wortschatzes auf das phonologische Arbeitsgedächtnis bei sprachunauffälligen Kindern) zu replizieren. Anschließend wird das Datenmuster bei den dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern betrachtet, wo der umgekehrte Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf den Wortschatz zu erwarten wäre, zum einen, weil von einem sprachlichen Rückstand von drei Jahren auszugehen ist und zum anderen, weil das phonologische Arbeitsgedächtnis die Ursache der Sprachstörung sein sollte, deren Einfluss vermutlich noch bestehen sollte. Anschließend werden evtl. gefundene Zusammenhänge auf ihre Spezifität geprüft.

Lazarsfeld und Barton (1955) schlugen vor, zeitversetzte Korrelationen, sogenannte cross-lagged-panel-Analysen zur Analyse von Verursachungen zu verwenden. Werden gleiche Variablen zu mehr als zwei Zeitpunkten gemessen, können Korrelationen Informationen über die Richtung einer möglicherweise vorliegenden „kausalen Asymmetrie“ (Cook & Campbell, 1979) zwischen diesen Variablen liefern. Voraussetzung für derartige Betrachtungen ist die Berechnung aller Autokorrelationen über die entsprechenden Zeitpunkte und aller gleichzeitigen Interkorrelationen der Variablen, die auch Aussagen zur Reliabilität und Stationarität von Prozessen ermöglichen. Die Interkorrelationen zwischen den unterschiedlichen Variablen zum gleichen Zeitpunkt stellen den Interpretationsrahmen für die zeitversetzten Korrelationen dar. Kausale Beziehungen können nur dann interpretiert werden, wenn eine oder beide Korrelationen signifikant und stärker sind, als die synchronen Interkorrelationen. Außerdem muss eine plausible Interpretation möglich sein.

Kenny (1975) führt drei Modellvoraussetzungen an:

1. Alle sechs Korrelationen müssen von 0 verschieden sein.

2. Die Synchronizitätsannahme muss erfüllt sein, d.h. beide Variablen müssen zum gleichen (physikalischen und psychologischen) Zeitpunkt erhoben sein.
3. Die Stationaritätsannahme muss erfüllt sein: d.h., dass die Kausal- bzw. Strukturgleichung jeder Variablen zu beiden Messzeitpunkten konstant sein muss.

Rogosa (1979) zeigte, dass ein Kausaleffekt eher der weniger stabilen Variable zugesprochen wird (der mit der geringeren Autokorrelation) oder der Variablen, deren Varianzprodukt (der zu beiden Zeitpunkten beobachteten Varianzen) höher ist.

Campbell und Stanley (1966) sind anderer Meinung als Kenny (1975): eine Verursachung kann sogar nur dann gefolgert werden, wenn die gleichzeitigen Korrelationen zwischen den Variablen bei den nachfolgenden Messzeitpunkten zunehmen. Bei mehreren ursächlich interpretierten Beziehungen sollten sich die beiden zeitversetzten Korrelationen auch signifikant unterscheiden.

Faktisch lassen sich nicht alle diese Bedingungen erfüllen, teilweise schließen sie sich sogar aus. Praktisch werden deshalb hier zuerst die sechs Korrelationen betrachtet, die Unterschiede zwischen den kreuzweisen Korrelationen auf Signifikanz geprüft und die Stationarität der Synchronkorrelationen (SK) überprüft. Anschließend werden die anderen Forderungen diskutiert.

In dieser Arbeit werden zeitversetzte Kreuzkorrelationen (KK) eingesetzt, um die Höhe des kreuzweisen Zusammenhangs der Maße des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und des Wortschatzes zu vergleichen. Die Kreuzkorrelationen wurden mittels eines Programms von Hahn (1991) auf der Basis der Forderungen von Kenny (1975) verglichen. Dabei wurde die Quasi-Stationarität der Synchronkorrelationen überprüft. Für diese Prüfung wurde ein erhöhtes Signifikanzniveau von 20% angenommen, da die  $H_0$  = Gleichheitsannahme beibehalten werden soll und deshalb der  $\beta$ -Fehler gering gehalten wird.

Zur Überprüfung der Spezifität gefundener Zusammenhänge wurden anschließend schrittweise hierarchische Regressionsanalysen durchgeführt, bei denen der Zusammenhang schrittweise um den gemeinsamen Varianzanteil mit der Kovariaten bereinigt wurde.

## 9.1 Ergebnisse bei sprachlich unauffälligen Kindern

Dargestellt werden die Ergebnisse zum einen für das Kunstwörternachsprechen und das Zahlennachsprechen und weiterhin für einen faktorenanalytisch aus den beiden Einzelvariablen aggregierten Wert für das phonologische Arbeitsgedächtnis als latente Variable.

Die Replikation (Gathercole et al., 1992) soll als gelungen gelten, wenn der Zusammenhang zwischen dem früheren Wortschatz und dem späteren phonologischen Arbeitsgedächtnis größer ist, als der umgekehrte Zusammenhang zwischen dem früheren phonologischen Arbeitsgedächtnis und dem späteren Wortschatz.

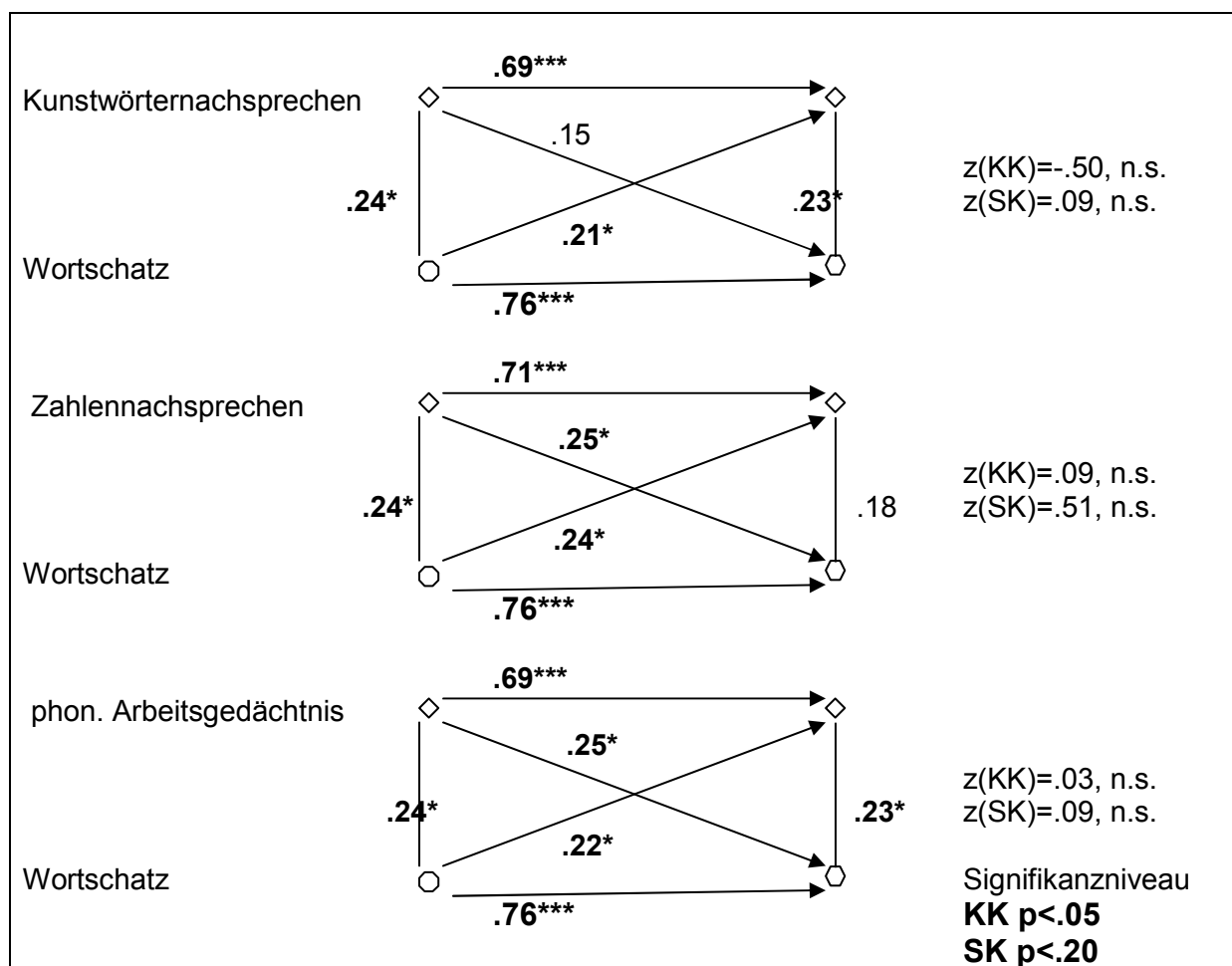


Abbildung 7: Zeitverzögerte Kreuzkorrelationen bei sprachunauffälligen Kindern (\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$ )

In der Gruppe der sprachlich-unauffälligen Kinder zeigten sich ähnlich große Zusammenhänge in beiden Richtungen, auch die Synchronkorrelationen (bewegten

sich innerhalb der gleichen Größenordnung (siehe Abbildung 7). Zwischen dem Kunstwörternachsprechen und dem Wortschatz zeigte sich das gesuchte Befundmuster, allerdings keine Unterschiede zwischen den kreuzweisen Korrelationen. Es zeigte sich ein Zusammenhang vom früheren Wortschatz zum späteren Zahlennachsprechen, der umgekehrte Zusammenhang wurde ebenfalls signifikant. Das gleiche Muster zeigte sich für den Faktorscore.

Da die Zusammenhänge durch die nonverbale Intelligenz oder das Alter vermittelt sein könnten, wurden als nächstes partielle Kreuzkorrelationen (siehe Abbildung 8) berechnet.

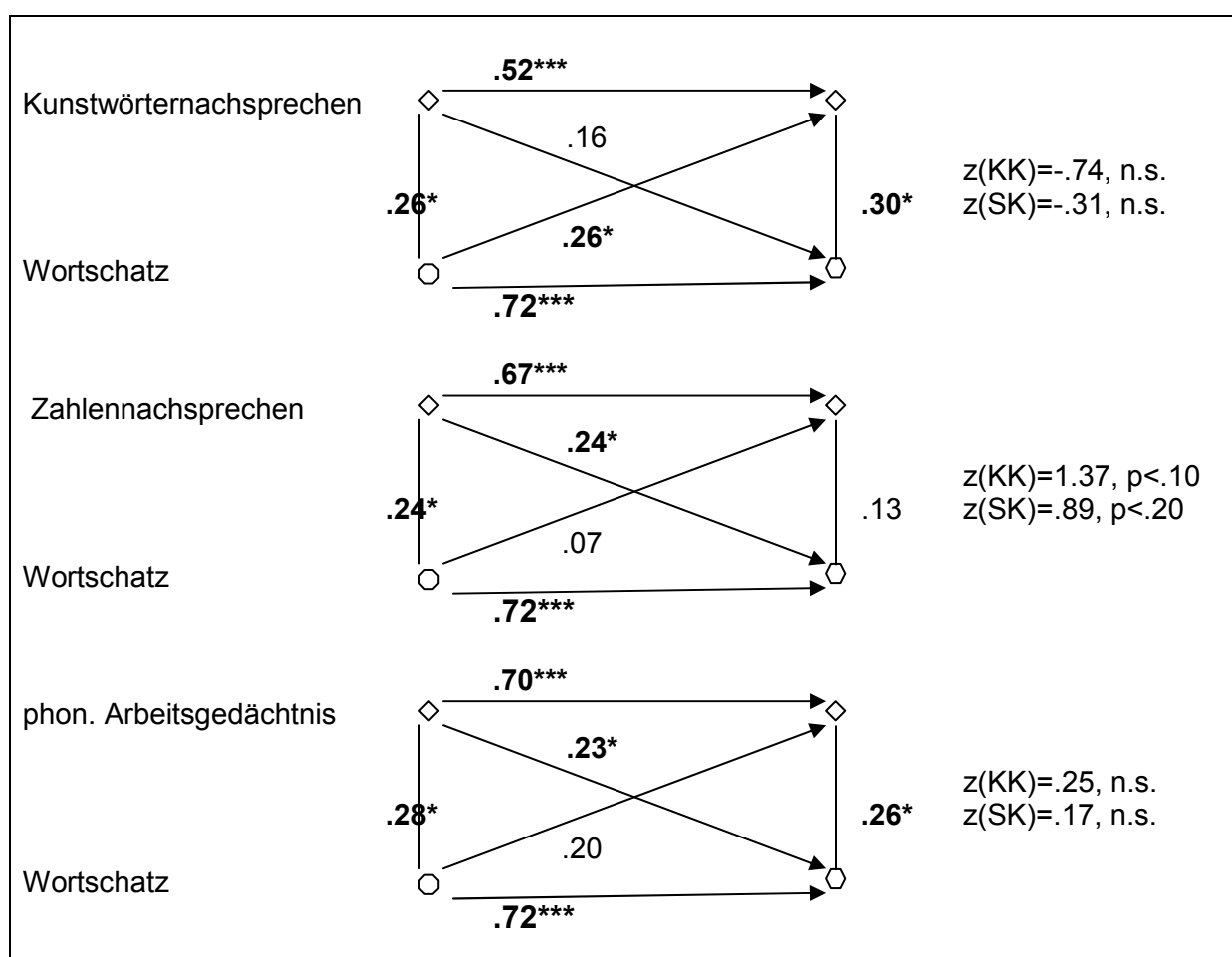


Abbildung 8: Zeitverzögerte Kreuzpartialkorrelationen (Alter und nonverbale Intelligenz als Kovariaten) bei sprachlich-unauffälligen Kindern (\* $p < .05$ , SK:  $p < .20$ )

Nach auspartialisieren der Kovariaten Alter und Intelligenz blieb das Bild beim Kunstwörternachsprechen so bestehen. Die Zusammenhänge zwischen dem früheren Wortschatz und dem späteren Zahlennachsprechen bzw. dem späteren Gesamtscore verloren an Signifikanz. Der Unterschied zwischen den Zusammenhängen zwi-

schen früherem Zahlennachsprechen und späterem Wortschatz und umgekehrt wurde nur knapp nicht signifikant, allerdings nicht in hypothesenkonformer Richtung, die Synchronkorrelationen unterschieden sich, sie nahmen ab. Ansonsten gab es keine Unterschiede zwischen den kreuzweisen Korrelationen bei Stationarität der Synchronkorrelationen (nach Kenny, 1975).

Werden zusätzlich die autoregressiven Einflüsse ausgeschlossen, verschwinden die Zusammenhänge vollständig (siehe Abbildung 9). Damit erübrigt sich auch die Prüfung auf Unterschiede zwischen den Zusammenhängen und es wird auf die angekündigte methodische Diskussion verzichtet.

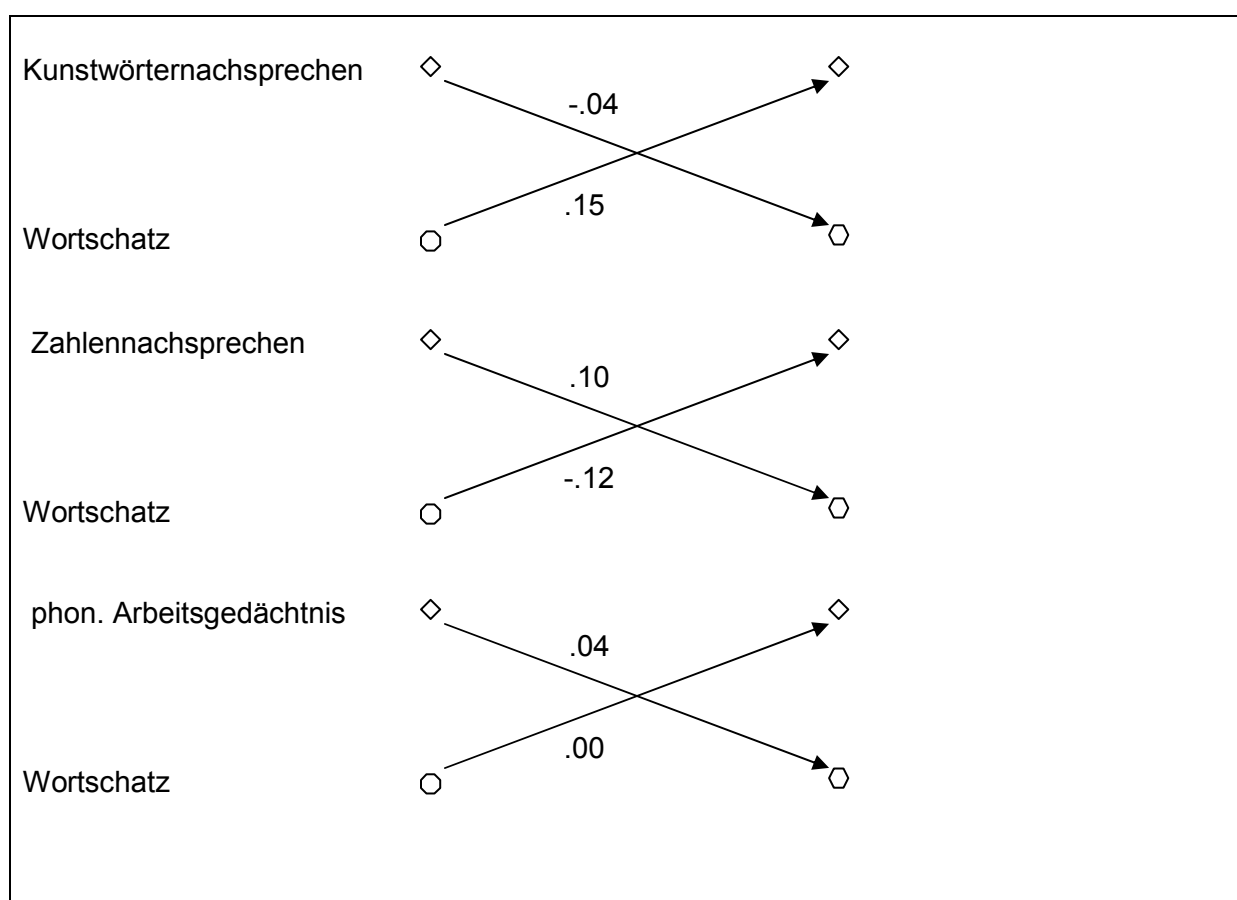


Abbildung 9: Zeitverzögerte Kreuzpartialkorrelationen (Alter und nonverbale Intelligenz sowie Autoregression als Kovariate ) bei sprachlich-unauffälligen Kindern

Die Hypothese, nach der es bei sprachlich unauffälligen Kindern einen höheren Zusammenhang zwischen dem früheren Wortschatz und dem späteren phonologischen Arbeitsgedächtnis geben sollte, als umgekehrt, ließ sich damit nicht bestätigen.



## 9.2 Ergebnisse bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern

Da bei diesen Kindern eine Entwicklungsverzögerung im sprachlichen Bereich vorlag, wurde angenommen, dass das Befundmuster von Gathercole et al. (1992), dass für eine ursächliche Wirkung des Kunstwörterlernens auf den Wortschatz (im Altersintervall zwischen fünf und sechs Jahren) spricht, hier wiederzufinden sein sollte.

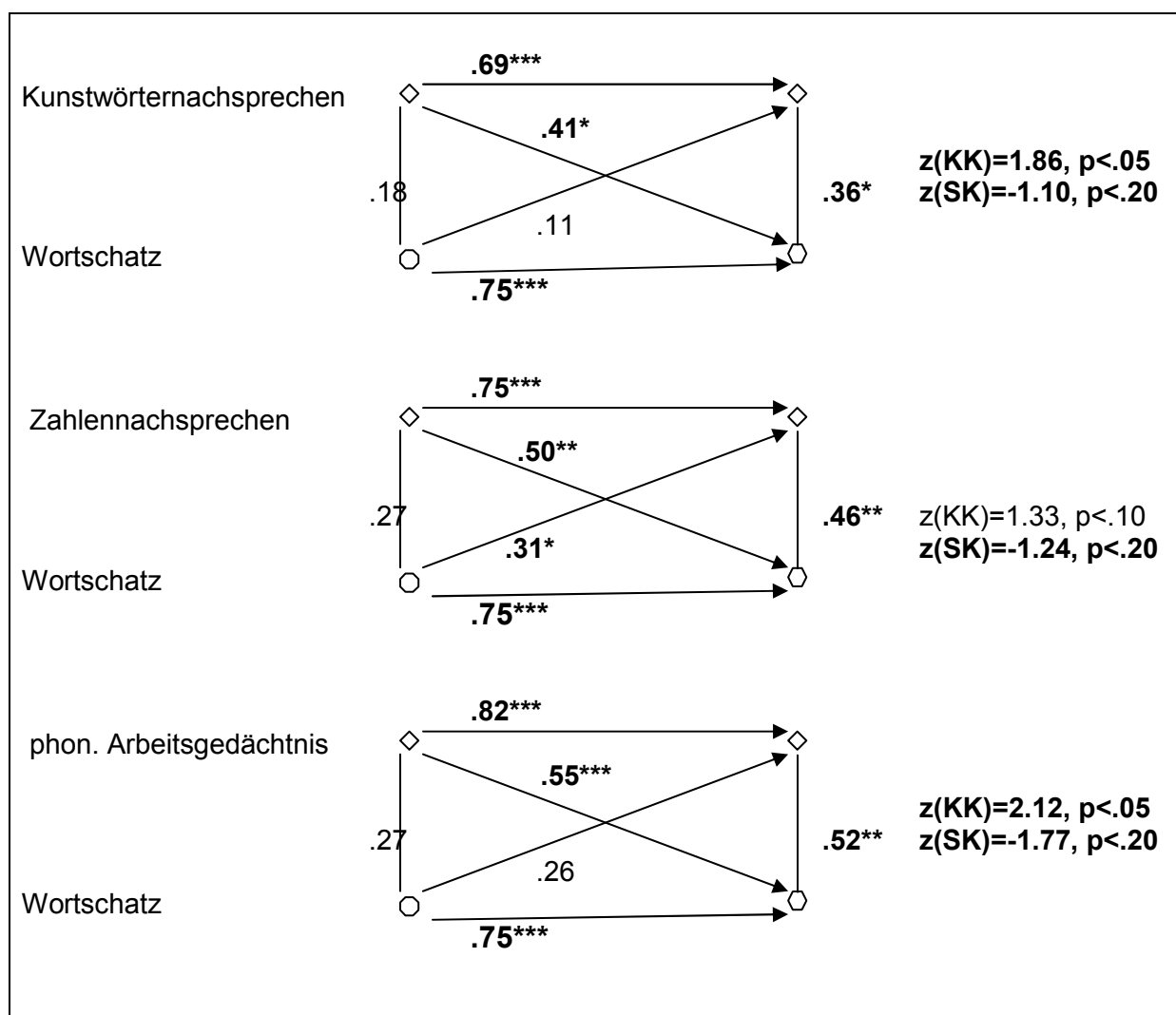


Abbildung 10: Zeitverzögerte Kreuzkorrelationen bei dysgrammatischen Kindern (\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ )

Bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern zeigt sich ein erwartungskonformer Zusammenhang (siehe Abbildung 10). Der Zusammenhang zwischen früherem phonologischen Arbeitsgedächtnis und dem späteren Wortschatz ist signifikant größer

als der umgekehrte Zusammenhang zwischen dem früheren Wortschatz und dem späteren phonologischen Arbeitsgedächtnis.

Werden Alter und nonverbale Intelligenz auspartialisiert, bleiben die Zusammenhänge so erhalten (siehe Abbildung 11).

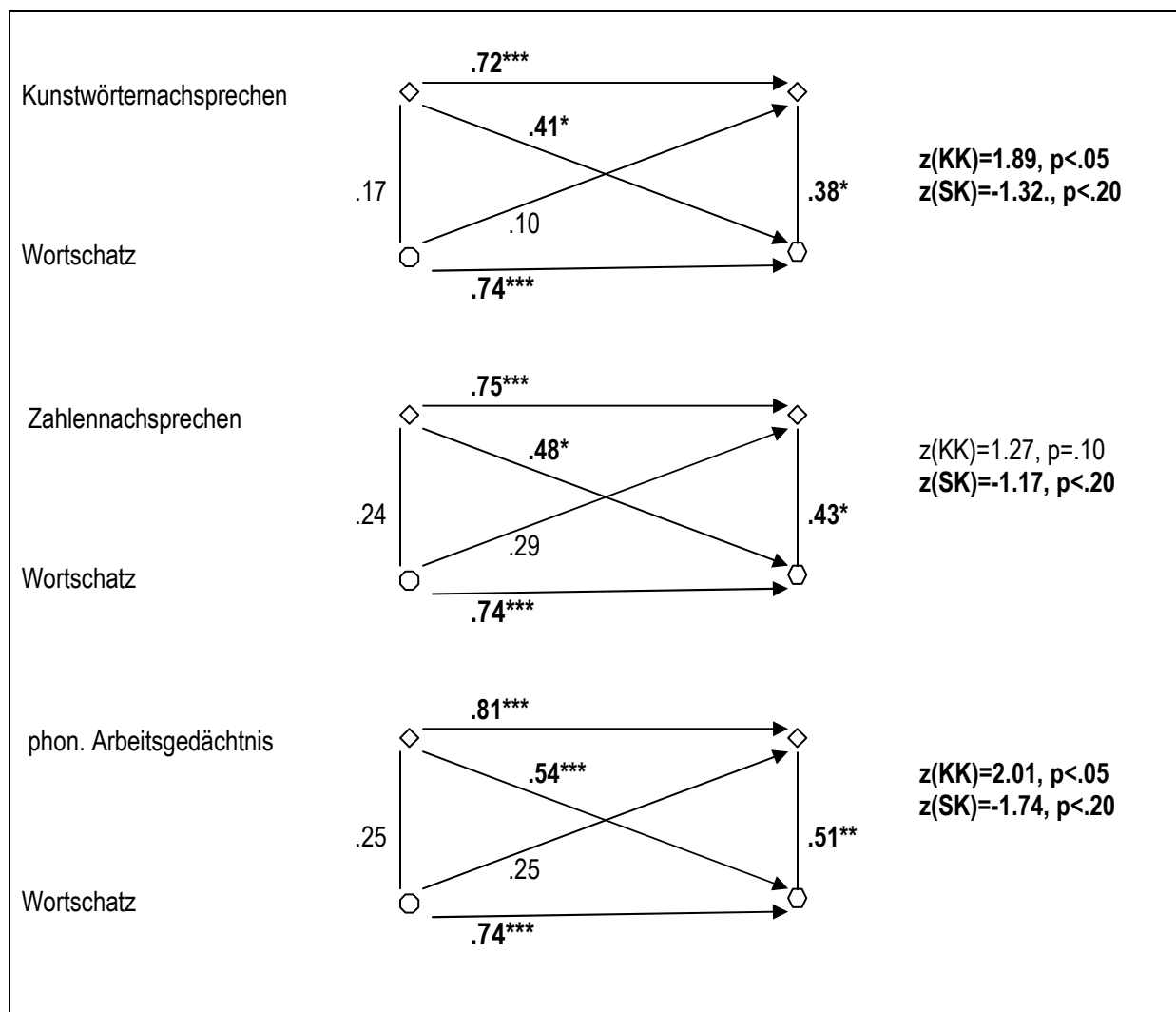


Abbildung 11: Zeitverzögerte Kreuzpartialkorrelationen (Alter und nonverbale Intelligenz als Kovariate) bei dysgrammatischen Kindern (\* $p<.05$ ,  $p<.01$ ,  $p<.001$ )

Dieses Ergebnis blieb auch dann erhalten, wenn der autoregressive Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und des Wortschatzes auspartialisiert wurde (siehe Abbildung 12).

An dieser Stelle lohnt die Diskussion der z.T. widersprüchlichen Voraussetzungen der zeitverzögerten Kreuzkorrelationen. Kenny (1975) führte drei Modellvoraussetzungen an: (1) Aufgrund der nicht so hohen Stichprobengröße in der Gruppe der

dysgrammatisch-sprachgestörten Kinder werden nicht alle Korrelationen signifikant. Theoretisch wäre aber anzunehmen, dass alle Zusammenhänge größer null sind. (2) Die Synchronizitätsannahme ist erfüllt, beide Variablen sind zum gleichen Zeitpunkt erhoben worden. (3) Die Stationaritätsannahme ist nicht gegeben, da die Gleichheit der Synchronkorrelationen nicht gegeben ist.

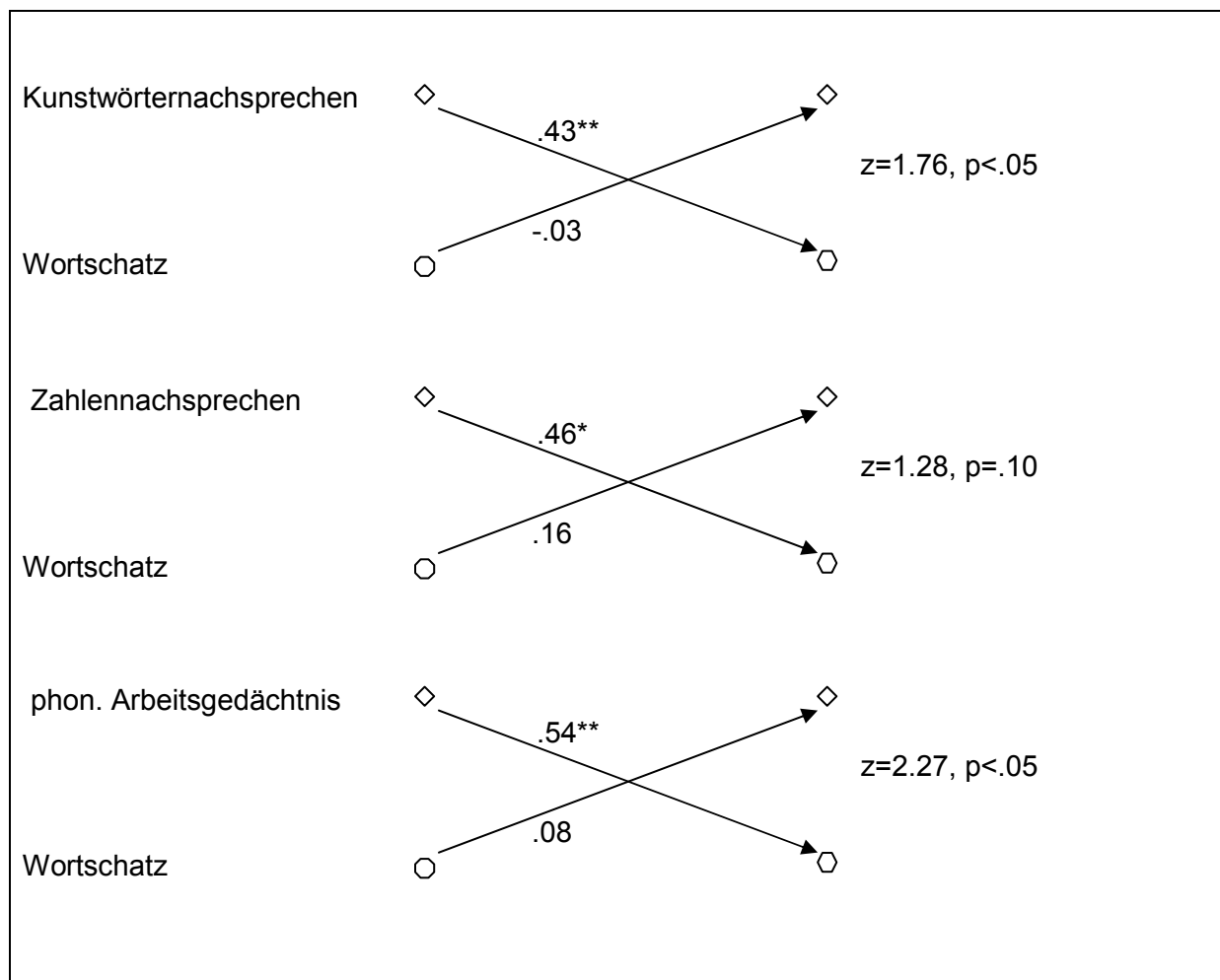


Abbildung 12: Zeitverzögerte Kreuzpartialkorrelationen (Alter und nonverbale Intelligenz sowie Autoregression als Kovariate ) bei sprachunauffälligen Kindern; z geschätzt über Formel für unabhängige Stichproben, da keine sinnvollen Synchronkorrelationen (Formel 6.92, Bortz, 1993)

Rogosas (1979) Einwände treffen hier nicht zu, da der Kausaleffekt eher der weniger stabilen Variable zugesprochen wird, die Autokorrelationen unterscheiden sich hier aber nur geringfügig und zeigen konsistent und unabhängig davon, dass das phonologische Arbeitsgedächtnis den höheren Einfluss auf den Wortschatz hat als umgekehrt. Das Varianzprodukt des Wortschatzes ist am höchsten, hier wird der Kausaleffekt aber der anderen Variable zugesprochen.

Cook und Campbell (1979) meinen, dass kausale Beziehungen nur dann interpretiert werden können, wenn eine oder beide Korrelationen signifikant und stärker sind, als die synchronen Interkorrelationen. Das ist hier nicht gegeben, die Kreuzkorrelationen sind ähnlich groß wie die Synchronkorrelationen.

Nach Campbell und Stanley (1966) kann eine Verursachung nur dann gefolgert werden, wenn die gleichzeitigen Korrelationen zwischen den Variablen bei den nachfolgenden Messzeitpunkten zunehmen. Dieses Muster tritt hier auf. Dies lässt sich durchaus sinnvoll im Sinne einer Entwicklungsveränderung interpretieren, in dem Sinne, dass durch den Einfluss der kausalen Variable der synchrone Zusammenhang zwischen den Variablen enger wird.

Insgesamt ist zu sagen, dass die Modellvoraussetzungen nicht vollständig gewährleistet sind. Da es sich um ein seltener eingesetztes Verfahren handelt, ist nicht bekannt, welche Effekte daraus resultieren können. Allerdings lässt sich der Effekt in der gewünschten Richtung konsistent mit beiden Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zeigen. Das lässt sich als Replikation des Ergebnisses verstehen und ist ein gutes Argument für die Gültigkeit des Befundes.

### 9.3 Analysen zur Spezifität der gefundenen Zusammenhänge

---

In Kapitel 9.1 ließ sich zwischen dem phonologischen Arbeitsgedächtnis und dem Wortschatz bei unauffällig entwickelten Grundschulkindern keine „kausale Asymmetrie“ feststellen, die kreuzweisen Korrelationen waren ähnlich hoch und selten signifikant. Da sich kein hypothesenkonformes Ergebnis fand, wurde diese Gruppe weiterhin nur zum Vergleich, um einen Hinweis auf die „Normalität“ zu bekommen, mit ausgewertet.

Bei den Sprachheilschülern zeigte sich dagegen eine deutliche Asymmetrie (siehe Kap. 9.2), dergestalt, dass das frühere Kunstwörternachsprechen und der Faktorscore phonologisches Arbeitsgedächtnis zu t1 einen größeren Zusammenhang zum Wortschatz zu t2 zeigte, als umgekehrt. Deshalb soll hier dieser Befund genauer untersucht werden. Dazu wurden schrittweise hierarchische Regressionsanalysen durchgeführt. Mit Hilfe des schrittweisen Vorgehens lässt sich der Beitrag der einzelnen Variablen zur Aufklärung der Gesamtvarianz feststellen und damit klären, ob von den anderen Variablen unabhängige Zusammenhänge vorliegen. Damit lässt sich u.a. der von Bowey (1996, 2001) geforderte Nachweis der Unabhängigkeit von der phonologischen Bewusstheit führen.

Als Vergleichsgruppe werden die Grundschüler danebengestellt.

Zuerst wurde die Unabhängigkeit der Maße des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und der phonologischen Bewusstheit in ihrem Einfluss auf den Wortschatz voneinander untersucht (siehe Tabelle 16). Dies geschah, um die Einwände von Snowling et al. (1991) und Bowey (1996, 2001) zur Validität des Kunstwörternachsprechens als Maß für das phonologische Arbeitsgedächtnis zu überprüfen.

Für die Interpretation der Befunde ist zu berücksichtigen, dass wegen der kleinen Stichproben nur große Effekte signifikant werden konnten. Bei Bowey (2001) klärten die Maße der phonologischen Verarbeitung etwa 4 bis 5% der Varianz in den Sprachmaßen auf, nach Ausschluss des autoregressiven Einflusses um 3%. Effekte dieser Größe konnten (aufgrund der Stichprobengröße) hier nicht gefunden werden. Bei den Grundschulern erwies sich lediglich das Vokalersetzen bei 5%igem Signifikanzniveau als bedeutsamer Prädiktor, das Zahlennachsprechen wurde knapp nicht signifikant ( $p < .1$ ). Mit aller Vorsicht ist zu sagen, dass beide den größeren Teil (um 4%) Varianz im Wortschatz zu teilen scheinen.

Tabelle 16: Schrittweise hierarchische Regressionsanalysen; gemeinsame und unabhängige Varianzanteile der Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und der phonologischen Bewusstheit mit dem Wortschatz zu t2; längsschnittlich

Schritt	Prädiktoren	abhängige Variable Wortschatz t2			
		Grundschule		Sprachheilschule	
		Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F	Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F
1	Kunstwörternachsprechen	.023	1.43	<b>.174</b>	<b>6.54*</b>
2	Zahlennachsprechen	.038	2.45	<b>.145</b>	<b>6.37*</b>
3	Pseudowörtersegmentieren	.004	<1	.039	1.77
4	Vokalersetzen	.030	1.94	.002	<1
1	Zahlennachsprechen	.060	3.97+	<b>.248</b>	<b>10.23**</b>
2	Kunstwörternachsprechen	.000	.002	.071	3.11+
3	Vokalersetzen	.019	1.22	.011	<1
4	Pseudowörtersegmentieren	.015	<1	.030	1.32
1	Pseudowörtersegmentieren	.005	<1	.017	<1
2	Vokalersetzen	<b>.066</b>	<b>4.35*</b>	.010	<1
3	Kunstwörternachsprechen	.002	<1	<b>.150</b>	<b>5.26*</b>
4	Zahlennachsprechen	.021	1.36	<b>.184</b>	<b>8.03**</b>
1	Vokalersetzen	<b>.063</b>	<b>4.20*</b>	.022	<1
2	Pseudowörtersegmentieren	.008	<1	.004	<1
3	Zahlennachsprechen	.022	1.48	<b>.252</b>	<b>10.12**</b>
4	Kunstwörternachsprechen	.000	<1	.081	3.56+

Anmerkungen:

+ p<.1 / \* p<.05 / \*\* p<.01 / \*\*\* p<.001

Bei den dysgrammatischen Kindern zeigt das Zahlennachsprechen generell den höchsten Zusammenhang zum Wortschatz, aber auch das Kunstwörternachsprechen zeigt 15% nach Ausschluss der phonologischen Bewusstheit und teilt mit dieser nur 2.2% der Wortschatzvarianz. Die aufgabenspezifische Varianz des Zahlennachsprechens scheint somit einen höheren Zusammenhang zum Wortschatz zu haben, als die des Kunstwörternachsprechens.

Um zu überprüfen, ob die etwas geringere Reliabilität des Kunstwörternachsprechens die Ursache dafür sein könnte, wurde eine Reliabilitätskorrektur für die beiden spezifischen Varianzanteile gerechnet. Diese ist im Anhang D ersichtlich und zeigt, dass bei optimaler Stabilität das Zahlennachsprechen trotzdem einen größeren Va-

rianzanteil ( $R^2=.36$  vs.  $.17$  für Kunstwörternachsprechen) im Wortschatz aufklären würde.

Spezifische Zusammenhänge zwischen verbalen Fähigkeiten können durch die Wirkung der allgemeinen Intelligenz oder des Alters vermittelt sein. Deshalb wurden in einem weiteren Auswertungsschritt zunächst diese Variablen ausgeschlossen. Aus den in Abschnitt 9.2 berichteten Analysen ist bekannt, dass die Zusammenhänge zwischen den Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und auch der latenten Variable zu t1 und Wortschatz t2 in der Gruppe der dysgrammatischen Kinder bestehen bleiben.

In Tabelle 17 sind die Befunde von schrittweisen hierarchischen Regressionsanalysen dargestellt, die den Zusammenhang der Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und der phonologischen Bewusstheit mit dem Wortschatz zu t2, nach Ausschluss des Einflusses der nonverbalen Intelligenz und des Alters verdeutlichen. In der Gruppe der Grundschüler klärten Intelligenz und Alter 18.2% der Wortschatzvarianz auf, für die Variablen der phonologischen Verarbeitung blieben keine signifikanten Varianzanteile.

Tabelle 17: Schrittweise hierarchische Regressionsanalysen; gemeinsame und unabhängige Varianzanteile der Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und der phonologischen Bewusstheit mit dem Wortschatz zu t2, nach Ausschluss des Einflusses der nonverbalen Intelligenz und des Alters; längsschnittlich

Schritt	Prädiktoren	abhängige Variable Wortschatz t2			
		Grundschule		Sprachheilschule	
		Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F	Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F
1	Bilder ergänzen, Alter	<b>.182</b>	<b>6.79**</b>	.036	<1
2	Kunstwörternachsprechen	.021	1.59	<b>.163</b>	<b>5.89*</b>
3	Zahlennachsprechen	.028	2.12	<b>.132</b>	<b>5.52*</b>
4	Pseudowörtersegmentieren	.011	<1	.032	1.36
5	Vokalersetzen	.012	<1	.002	<1
2	Zahlennachsprechen	.048	3.94+	<b>.223</b>	<b>8.73**</b>
3	Kunstwörternachsprechen	.001	<1	.072	3.00+
4	Vokalersetzen	.004	<1	.011	<1
5	Pseudowörtersegmentieren	.019	1.46	.023	<1
2	Pseudowörtersegmentieren	.000	<1	.014	<1
3	Vokalersetzen	.036	2.71	.010	<1
4	Kunstwörternachsprechen	.009	<1	<b>.141</b>	<b>4.75*</b>
5	Zahlennachsprechen	.027	2.10	<b>.164</b>	<b>6.72*</b>
2	Vokalersetzen	.028	2.14	.021	<1
3	Pseudowörtersegmentieren	.008	<1	.003	<1
4	Zahlennachsprechen	.036	2.77	<b>.223</b>	<b>8.40*</b>
5	Kunstwörternachsprechen	.000	<1	.082	3.34+

Anmerkungen:

+ p<.1 / \* p<.05 / \*\* p<.01 / \*\*\* p<.001

Bei den dysgrammatischen Kindern klärte nonverbale Intelligenz und das Alter nicht bedeutsame Anteile der Wortschatzvarianz auf, die Effekte bleiben wie vorgenannt erhalten.

Es wäre möglich, dass die phonologische Arbeitsgedächtniskapazität zu t1 und der Wortschatz zu t2 indirekt über die Lesefertigkeiten zusammenhängen. Der enge Zusammenhang zwischen den phonologischen Arbeitsgedächtnisfertigkeiten und den frühen Lesefertigkeiten wurde beispielsweise durch Wagner und Torgesen (1987) gezeigt. Ebenso ist das Schreiben (und damit Lesen) ein Prädiktor des Wortschatzes (z.B. Cunningham & Stanovich, 1991; Nagy & Anderson, 1984). Der Zusammenhang



zwischen dem phonologischen Arbeitsgedächtnis kurz nach Schuleintritt und dem späteren Wortschatz könnte damit durch den frühen Leseerfolg vermittelt sein.

Deshalb wurde in einem weiteren Schritt überprüft, ob die berichteten Zusammenhänge auch nach Ausschluss der Leseleistung erhalten bleiben (siehe Tabelle 18).

Es wurde der Faktorscore Lesen verwendet, da die einzelnen Lesevariablen hochkorreliert waren.

Tabelle 18: Schrittweise hierarchische Regressionsanalysen; gemeinsame und unabhängige Varianzanteile der Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und der phonologischen Bewusstheit mit dem Wortschatz zu t2, nach Ausschluss der Varianz der nonverbalen Intelligenz, des Alters und des Lesens; längsschnittlich

Schritt	Prädiktoren	abhängige Variable Wortschatz t2			
		Grundschule		Sprachheilschule	
		Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F	Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F
1	Bilder ergänzen, Alter	<b>.182</b>	<b>6.79**</b>	.036	<1
2	Lesen	<b>.095</b>	<b>7.90**</b>	.018	<1
3	Kunstwörternachsprechen	.000	<1	<b>.158</b>	<b>5.60*</b>
4	Zahlennachsprechen	.024	1.96	<b>.123</b>	<b>4.97*</b>
5	Pseudowörtersegmentieren	.034	2.95+	.029	1.19
6	Vokalerersetzen	.000	<1	.002	<1
3	Zahlennachsprechen	.019	1.63	<b>.213</b>	<b>8.13**</b>
4	Kunstwörternachsprechen	.004	<1	.067	2.73+
5	Vokalerersetzen	.002	<1	.009	<1
6	Pseudowörtersegmentieren	.032	2.73	.022	<1
3	Pseudowörtersegmentieren	.014	1.13	.002	<1
4	Vokalerersetzen	.004	<1	.010	<1
5	Kunstwörternachsprechen	.001	<1	<b>.149</b>	<b>4.95*</b>
6	Zahlennachsprechen	.040	3.34+	<b>.150</b>	<b>5.90*</b>
3	Vokalerersetzen	.000	<1	.012	<1
4	Pseudowörtersegmentieren	.018	1.45	.000	<1
5	Zahlennachsprechen	.037	3.18+	<b>.217</b>	<b>7.89*</b>
6	Kunstwörternachsprechen	.003	<1	.082	3.22+

Anmerkungen:

+ p<.1 / \* p<.05 / \*\* p<.01 / \*\*\* p<.001

Wie Tabelle 18 zu entnehmen ist, zeigte sich auch weiterhin ein signifikanter Einfluss des Zahlennachsprechens und Kunstwörternachsprechens (im 3. Schritt) in der Gruppe der Sprachheilschüler und kein Einfluss der Leseleistung auf den Wortschatz zu t2. Bei den Grundschülern konnte die Leseleistung unabhängig von Intelligenz und Alter noch immerhin etwa 9.5% der Varianz des Wortschatzes aufklären.

Tabelle 19: Schrittweise hierarchische Regressionsanalysen; gemeinsame und unabhängige Varianzanteile der Variablen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und der phonologischen Bewusstheit mit dem Wortschatz zu t2; nach Ausschluss des Einflusses der nonverbalen Intelligenz, des Alters, des Lesens und des Wortschatzes zu t1, längsschnittlich

Schritt	Prädiktoren	abhängige Variable Wortschatz t2			
		Grundschule		Sprachheilschule	
		Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F	Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F
1	Wortschatz	<b>.556</b>	<b>77.65***</b>	<b>.560</b>	<b>39.42***</b>
2	Bilder ergänzen, Alter	<b>.054</b>	<b>4.17*</b>	.005	<1
3	Lesen	.012	1.95	.001	<1
4	Kunstwörternachsprechen	.005	<1	<b>.080</b>	<b>6.06*</b>
5	Zahlennachsprechen	.008	1.19	<b>.076</b>	<b>7.14*</b>
6	Pseudowörtersegmentieren	.007	1.17	.005	<1
7	Vokalerersetzen	.001	<1	.005	<1
4	Zahlennachsprechen	.002	<1	<b>.123</b>	<b>10.65**</b>
5	Kunstwörternachsprechen	.011	1.69	.033	3.10
6	Vokalerersetzen	.003	<1	.002	<1
7	Pseudowörtersegmentieren	.005	<1	.008	<1
4	Pseudowörtersegmentieren	.004	<1	<b>.063</b>	<b>4.54*</b>
5	Vokalerersetzen	.000	<1	.000	<1
6	Kunstwörternachsprechen	.003	<1	.046	3.57+
7	Zahlennachsprechen	.014	2.10	<b>.057</b>	<b>5.09*</b>
4	Vokalerersetzen	.002	<1	.013	<1
5	Pseudowörtersegmentieren	.003	<1	.049	3.46+
6	Zahlennachsprechen	.007	1.14	<b>.075</b>	<b>6.30*</b>
7	Kunstwörternachsprechen	.009	1.37	.029	2.55

Anmerkungen:

+ p<.1 / \* p<.05 / \*\* p<.01 / \*\*\* p<.001

In einem vorletzten Analyseschritt wurde geprüft, was von den berichteten Zusammenhängen übrig bleibt, wenn der autoregressive Einfluss des Wortschatzes zuvor ausgeschlossen wird. Wie Tabelle 19 deutlich zu entnehmen ist, blieb der Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses in der Gruppe der dysgrammatischen Kinder erhalten.

Zuletzt wurde noch überprüft, wie sich der Zusammenhang zeigt, wenn phonologisches Arbeitsgedächtnis und phonologische Bewusstheit als faktorenanalytisch aggregierte Faktorscores (latente Variablen, siehe Tabelle 20) eingesetzt werden.

Tabelle 20: Schrittweise hierarchische Regressionsanalysen; Überprüfung der Unabhängigkeit des Zusammenhangs zwischen dem Faktor Phonologisches Arbeitsgedächtnis mit dem Wortschatz zu t2 nach Ausschluss des Einflusses des Faktors Phonologische Bewusstheit, der nonverbalen Intelligenz, des Alters, sowie des Lesens und des Wortschatzes zu t1, längsschnittlich

Schritt	Prädiktoren	abhängige Variable Wortschatz t2			
		Grundschule		Sprachheilschule	
		Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F	Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F
1	phonologisches AG	.051	3.32 <sup>+</sup>	<b>.300</b>	<b>13.27***</b>
2	phonologische Bewusstheit	.002	<1	.016	<1
1	phonologische Bewusstheit	.032	2.07	.026	<1
2	phonologisches AG	.021	1.34	<b>.289</b>	<b>12.68***</b>
1	Alter, nonverbale Intelligenz	<b>.182</b>	<b>6.79**</b>	.036	<1
2	phonologisches AG	.043	3.35 <sup>+</sup>	<b>.277</b>	<b>11.66**</b>
1	siehe oben				
2	phonologische Bewusstheit	.010	<1	.023	<1
3	phonologisches AG	.034	2.61	<b>.266</b>	<b>11.05**</b>
1-2	siehe oben				
3	Lesen	.090	7.43 <sup>+</sup>	.004	<1
4	phonologisches AG	.021	1.72	<b>.265</b>	<b>10.65**</b>
1-3	siehe oben				
4	Wortschatz	<b>.345</b>	<b>53.70***</b>	<b>.544</b>	<b>37.41***</b>
5	phonologisches AG	.001	<1	<b>.099</b>	<b>8.81**</b>

Anmerkungen:

<sup>+</sup> p<.1 / \* p<.05 / \*\* p<.01 / \*\*\* p<.001

In der Gruppe der Grundschüler erklärten Alter und nonverbale Intelligenz im ersten Schritt einen signifikanten Varianzanteil. Die phonologische Bewusstheit zeigte keinen signifikanten Varianzanteil mit dem Wortschatz.

Der gefundene Zusammenhang zwischen dem phonologischen Arbeitsgedächtnis  $t_1$  und dem Wortschatz  $t_2$  ließ sich nicht durch die phonologische Bewusstheit erklären, so dass der Einwand von Bowey (1996) hier abgelehnt werden kann. Weiterhin ließ sich der Zusammenhang nicht auf Altersunterschiede oder Unterschiede in der nonverbalen Intelligenz oder das Lesen zurückführen, so dass dieser Zusammenhang im Rahmen dieser Arbeit nachgewiesen werden konnte.

#### **9.4 Sind die Zusammenhänge zwischen Wortschatz und phonologischem Arbeitsgedächtnis durch die Teilkomponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses erklärbar?**

---

Stellt man die in Kapitel 8 berichteten Entwicklungsunterschiede zwischen dysgrammatisch-sprachgestörten und sprachlich-unauffälligen Kindern mit dem in Kapitel 3 dargestellten Modell der unterschiedlichen Teilfunktionen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses nach Hasselhorn et al. (2000) in Verbindung, so wirft dies die Frage auf, ob der Zusammenhang zwischen phonologischem Arbeitsgedächtnis und dem Wortschatz sich weiter auf einzelne Teilfunktionen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses eingrenzen lässt. Schließt man sich der Meinung von Gathercole und Baddeley (1990a) an, die den phonetischen Speicher als den wesentlichen Faktor zur Entwicklung des Wortschatzes sehen und der von Gathercole und Baddeley (1990a) und Hasselhorn et al. (1995), die Defizite im phonetischen Speicher bzw. der Qualität des phonetischen Speichers als die Ursache der spezifischen Sprachentwicklungsstörung sehen, sollte man erwarten, dass die Defizite der sprachgestörten Kinder im Wortschatz durch die Qualität des phonetischen Speichers zu einem bedeutsamen Teil aufgeklärt werden können. Die Qualität des phonetischen Speichers wurde durch die Leistungsdifferenz zwischen verzerrten und unverzerrten Kunstwörtern operationalisiert, das Tempo des Rehearsalprozesses durch die Sprechrate. Zur Bestimmung der durch die Teilkomponenten aufgeklärten Varianzanteile wurden wiederum schrittweise hierarchische Varianzanalysen durchgeführt, wobei erneut die Teilgruppe der sprachentwicklungsgestörten Kinder mit der Gruppe der Grundschüler verglichen wurden. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle 21 zusammengefasst.

In der Gruppe der dysgrammatisch-sprachgestörten Kinder klärte die Qualität des phonetischen Speichers einen signifikanten Varianzanteil vom Wortschatz zu t2 auf und die knappe Hälfte der gemeinsamen Varianz von phonologischem Arbeitsgedächtnis t1 und Wortschatz t2. Somit ließ sich die Erwartung bestätigen, dass die Speicherkomponente des phonologischen Arbeitsgedächtnisses für die Wortschatzentwicklung bedeutsam ist.

Die Artikulationsrate zeigte nur einen statistisch unbedeutsamen Zusammenhang zum Wortschatz. Der längsschnittliche Zusammenhang zwischen phonologischem Arbeitsgedächtnis und dem späteren Wortschatz blieb erhalten. In der Gruppe der

Grundschüler klärte lediglich die Artikulationsrate signifikant Varianz im Wortschatz zu t2 auf und war überwiegend für die Varianzaufklärung durch das phonologische Arbeitsgedächtnis verantwortlich.

Tabelle 21: Schrittweise hierarchische Regressionsanalyse zum Anteil der Einzelkomponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses am Zusammenhang zwischen Faktor Wortschatz zu t2 und phonologischem Arbeitsgedächtnis zu t1

		abhängige Variable Wortschatz t2			
		GS		SHS	
Schritt	Prädiktoren t1	R <sup>2</sup>	F	R <sup>2</sup>	F
1	Zahlennachsprechen	.060	3.97 <sup>+</sup>	<b>.248</b>	<b>10.23**</b>
1	Kunstwörternachsprechen	.023	1.43	<b>.174</b>	<b>6.54*</b>
1	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	.051	3.34 <sup>+</sup>	<b>.302</b>	<b>13.39***</b>
1	Qualität des phonet. Speichers	.006	<1	<b>.129</b>	<b>4.61*</b>
2	Zahlennachsprechen	.054	3.50 <sup>+</sup>	<b>.173</b>	<b>7.12*</b>
2	Kunstwörternachsprechen	.018	1.12	.046	1.68
2	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	.048	3.12 <sup>+</sup>	<b>.175</b>	<b>7.52**</b>
1	Artikulationsrate	<b>.090</b>	<b>6.16*</b>	.056	1.84
2	Zahlennachsprechen	.020	1.36	<b>.216</b>	<b>8.88**</b>
2	Kunstwörternachsprechen	.008	<1	<b>.155</b>	<b>5.91*</b>
2	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	.018	1.21	<b>.268</b>	<b>11.88**</b>
1	Qualität des phonet. Speichers	.006	<1	<b>.129</b>	<b>4.60*</b>
2	Artikulationsrate	<b>.086</b>	<b>5.76*</b>	.050	1.83
1	Artikulationsrate	<b>.090</b>	<b>6.11*</b>	.056	1.84
2	Qualität des phonet. Speichers	.002	<1	<b>.123</b>	<b>4.51*</b>
3	Zahlennachsprechen	.018	1.23	<b>.147</b>	<b>6.32*</b>
3	Kunstwörternachsprechen	.008	<1	.035	1.30
3	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	.018	1.20	<b>.145</b>	<b>6.25*</b>

Anmerkungen:

<sup>+</sup> p<.1 / \* p<.05 / \*\* p<.01 / \*\*\* p<.001

Betrachtet man Kunstwörter- und Zahlennachsprechen im Einzelnen, so verschwindet bei den dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern der Zusammenhang zwischen Wortschatz und Kunstwörternachsprechen, wenn die Qualität des phonetischen Speichers vorher ausgeschlossen wird. Wird zuvor die Sprechrate ausgeschlossen, bleibt der Zusammenhang bestehen. Der Zusammenhang zwischen dem Zahlen-

nachsprechen und dem Wortschatz bleibt in beiden Fällen erhalten. Bei sprachlich-unauffälligen Kindern ist nur der Zusammenhang zwischen Sprechrate und Wortschatz signifikant.

Die Ergebnisse blieben nach Kontrolle des Einflusses von Alter und Intelligenz unverändert (siehe Tabelle 22). Wird zusätzlich der Wortschatz t1 ausgeschlossen, verschwindet der Zusammenhang zwischen Sprechrate t1 und Wortschatz t2. Bei den sprachgestörten Kindern blieben die Ergebnisse so erhalten, wobei die durch die Qualität des phonetischen Speichers aufgeklärten Varianzanteile nicht mehr statistisch signifikant waren. Offensichtlich wird durch die Auspartialisierung des t1-Wortschatzes bereits ein Teil der kognitiven Speichervarianz herausgerechnet.

Da sich hier die Frage stellte, ob die Gruppenunterschiede im Kunstwörternachsprechen ausschließlich durch die verminderte Qualität des phonetischen Speichers verursacht werden, wurde noch eine Kovarianzanalyse mit der über die Differenz der Leistung des Nachsprechens von unverrauschten und verrauschten Kunstwörtern operationalisierten Qualität als Kovariaten durchgeführt. Es zeigte sich dass der Gruppenunterschied erhalten blieb ( $F(1;94)=4.04$ ,  $p<.05$ ), allerdings nach zusätzlichem Ausschluss von Alter und nonverbaler Intelligenz verschwand ( $F(1;92)=1.85$ , n.s.). Auf die Existenz des Gruppenunterschieds im Zahlennachsprechen wirkte sich das nicht aus ( $F(1;92)=6.13$ ;  $p<.05$ ), ebenso blieb der des Gesamtwerts phonologisches Arbeitsgedächtnis erhalten ( $F(1;92)=5.63$ ,  $p<.05$ ).

Wird zusätzlich der Wortschatz zu t1 aus dem Gruppenunterschied auspartialisiert, so bleibt der Unterschied im Zahlennachsprechen ( $F(1;91)=4.83$ ,  $p<.05$ ) und im phonologischen Arbeitsgedächtnis gesamt ( $F(1;91)=4.55$ ,  $p<.05$ ) weiterhin erhalten.

Tabelle 22: Schrittweise hierarchische Regressionsanalyse zum Anteil der Einzelkomponenten des phonologischen Gedächtnisses am Zusammenhang zwischen Faktor Wortschatz zu t2 und phonologischem Arbeitsgedächtnis zu t1 nach Ausschluss von Alter und nonverbaler Intelligenz

Schritt	Prädiktoren t1	abhängige Variable Wortschatz t2			
		GS		SHS	
		Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F	Änderung in R <sup>2</sup>	Änderung in F
1	Alter, nonverbale Intelligenz	<b>.182</b>	<b>7.04**</b>	.036	<1
2	Zahlennachsprechen	.048	3.74	<b>.223</b>	<b>8.73**</b>
2	Kunstwörternachsprechen	.021	1.59	<b>.163</b>	<b>5.89*</b>
2	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	.043	3.35+	<b>.277</b>	<b>11.66**</b>
2	Qualität des phonet. Speichers	.005	<1	<b>.123</b>	<b>4.20*</b>
3	Artikulationsrate	<b>.062</b>	<b>4.91*</b>	.037	1.29
2	Artikulationsrate	<b>.065</b>	<b>4.98*</b>	.036	1.23
3	Qualität des phonet. Speichers	.002	<1	<b>.119</b>	<b>4.21*</b>
4	Zahlennachsprechen	.021	1.68	<b>.140</b>	<b>5.69*</b>
4	Kunstwörternachsprechen	.014	1.07	.033	1.15
4	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	.025	2.01	<b>.135</b>	<b>5.47*</b>
2	Wortschatz	<b>.428</b>	<b>65.88***</b>	<b>.529</b>	<b>35.20***</b>
3	Qualität des phonet. Speichers	.013	1.98	.045	3.20+
4	Artikulationsrate	.005	<1	.000	<1
3	Artikulationsrate	.004	<1	.000	0.15
4	Qualität des phonet. Speichers	.013	2.03	.044	3.07+
5	Zahlennachsprechen	.008	1.21	<b>.071</b>	<b>5.82*</b>
5	Kunstwörternachsprechen	.005	<1	.036	2.65
5	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	.009	1.41	<b>.088</b>	<b>7.52*</b>

Anmerkungen:

+ p<.1 / \* p<.05 / \*\* p<.01 / \*\*\* p<.001



## 9.5 Diskussion

---

Gathercole et al. (1992) fanden in einer Längsschnittuntersuchung mit sprachunauffälligen Kindern, dass sich im Altersbereich zwischen vier und fünf Jahren längsschnittlich ein größerer Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf den Wortschatz zeigte als umgekehrt. Zwischen fünf und sechs Jahren drehte sich dieser Zusammenhang um und ließ sich im Altersintervall zwischen sechs und acht Jahren ebenfalls zeigen. Dieser letztere Zusammenhang ließ sich in dieser Arbeit *sprachlich unauffälligen Kindern* nicht replizieren, die Höhe der kreuzweisen Korrelationen war vergleichbar und beide Korrelationen reduzierten sich gegen Null, wenn der autoregressive Effekt auspartialisiert wurde.

Lediglich zwischen dem Wortschatz und dem Kunstwörternachsprechen (in dieser Richtung) fand sich tatsächlich eine Tendenz im Sinne des erwarteten Befundmusters (allerdings eben keinen Unterschied zwischen den Korrelationen); diese blieb noch bestehen, wenn Alter und nonverbale Intelligenz auspartialisiert wurden, nach dem Ausschluss der autoregressiven Effekte verschwand sie jedoch vollständig. Eine umgekehrte Tendenz deutete sich für das Zahlennachsprechen – nach Ausschluss von Intelligenz und Alter – an. Während die unbereinigten Korrelationen ungefähr gleich groß ausfielen, verloren sich die Zusammenhänge nach Ausschluss der Autoregression.

Bei den sprachunauffälligen Kindern zeigten sich nur geringe unabhängige Varianzanteile der Verarbeitungsmaße mit dem Wortschatz zu t2, die nicht signifikant wurden und auch insgesamt ein geringerer Zusammenhang zum Wortschatz. Alter und nonverbale Intelligenz erklärten im ersten Schritt einen signifikanten Varianzanteil. Die phonologische Bewusstheit zeigte keinen signifikanten Varianzanteil mit dem Wortschatz. Gathercole et al. (1992) äußerten die Vermutung, dass das Arbeitsgedächtnis bei älteren Kindern einen geringeren Einfluss zeigt, weil andere Einflüsse wie das Lesen an Bedeutung gewinnen. Das Lesen zeigte einen von Alter und Intelligenz unabhängigen Zusammenhang zum Wortschatz. Dieser verschwand allerdings nach Ausschluss des autoregressiven Einflusses des Wortschatzes, plausibel wäre hier ein Zusammenhang über das Lese- bzw. Hörverstehen (Marx, 2000).

Leider ist der hier betrachtete Altersbereich einer, in dem wenige Studien vorliegen, so dass keine weiteren Vergleiche gezogen werden können.

Ein Unterschied zwischen dieser und der Gathercole-Studie ist das Untersuchungsintervall. Diese untersuchten die Kinder über zwei Jahre, im Alter zwischen sechs und acht Jahren, hier betrug das Intervall lediglich neun Monate, die Kinder waren zu Beginn 7; 8 Jahre alt, befanden sich also im oberen Bereich des Altersintervalls von Gathercole et al. (1992). Aber auch wenn das Intervall kürzer ist, ist bei der einfachen Korrelation deshalb nicht mit geringeren Zusammenhängen zu rechnen. Eine andere Möglichkeit wäre, dass andere Einflussfaktoren wichtiger werden. Für die Bereiche phonologische Bewusstheit oder das Lesen konnte allerdings hier gezeigt werden, dass das nicht der Fall ist.

Weiterhin könnten kulturelle Unterschiede eine Rolle spielen oder es vielleicht einen Unterschied zwischen englischer und deutscher Sprache geben. Im Falle der phonologischen Bewusstheit oder des Lesens ist das durchaus möglich, da im Deutschen die Graphem-Phonem-Zuordnung eindeutiger ist, als im Englischen. Ein kultureller Unterschied könnte der Beginn des Lesenlernens sein. In Queensland/Australien beispielsweise müssen Kinder zum ersten Januar fünf Jahre alt geworden sein, um im Februar in die erste Klasse zu kommen, wo dann der Leseunterricht beginnt (Bowey, 2007, persönliche Mitteilung). Bei fünfjährigen Vorschulkindern (Bowey, 1996) sollte sich das allerdings noch nicht auswirken.

Bezüglich des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zeigte Hu (2003) ähnliche Ergebnisse, wenn auch beim experimentellen Fremdsprachenlernen chinesischer Kinder: einen zunehmenden Einfluss der phonemischen Bewusstheit auf das Lernen neuer englischer Wörter bei erfolgreicher lernenden chinesischen Kindern, jedoch keinen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses. Bei leistungsschwächeren Kindern war es umgekehrt, es zeigte sich ein Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses.

Da bei den *dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern* eine Entwicklungsverzögerung im sprachlichen Bereich vorlag, wurde angenommen, dass das Befundmuster von Gathercole et al. (1992), dass für eine ursächliche Wirkung des Kunstwörternachsprechens auf den Wortschatz (im Altersintervall zwischen fünf und sechs Jahren) spricht, hier wiederzufinden sein sollte. Dieser Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf den Wortschatz ließ sich in Form einer kausalen Asymmetrie wie erwartet zeigen. Das Muster zeigte sich zwischen Kunstwörternachsprechen und Wortschatz; zwischen Zahlennachsprechen und Wortschatz und zwischen dem Faktorscore Phonologisches Arbeitsgedächtnis und dem Wortschatz, so dass eine Rep-

likation innerhalb der Arbeit vorlag. Die Zunahme der Synchronkorrelationen lässt sich inhaltlich sinnvoll begründen: es könnte sein, dass eine Entwicklungsveränderung eintritt, der Zusammenhang zwischen phonologischem Arbeitsgedächtnis  $t_2$  und Wortschatz zu  $t_2$  durch die längsschnittliche Wirkung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf den Wortschatz verursacht sein könnte.

Diese Zusammenhänge scheinen unabhängig vom Einfluss des Alters und der Intelligenz, lassen sich als unabhängig vom autoregressiven Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und des Wortschatzes nachweisen.

Betrachtet man die eingesetzten Variablen im Einzelnen, so zeigt sich, dass im Gegensatz zur Position von Gathercole und Mitarbeitern hier das Zahlennachsprechen einen größeren prädiktiven Wert für den Wortschatz hat als das Kunstwörternachsprechen (vgl. auch Bowey, 1996). Die Berechnung einer Reliabilitätskorrektur zeigte, dass dieser Befund nicht als Artefakt verschieden hoher Reliabilitäten einzustufen ist. Das entspricht den Ergebnissen von Bowey (1996, 2001), die deshalb das Zahlennachsprechen für das bessere Arbeitsgedächtnismaß hält. M.E. spricht vor allem dieser hohe Zusammenhang für die wichtige Rolle, die das Arbeitsgedächtnis für den Wortschatzerwerb bei dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern spielt. Diese basale Speicher- und Verarbeitungskapazität bekommt dadurch noch mehr Bedeutung, da nicht das Maß des Kunstwörternachsprechens, das doch sehr deutlich auch weitere Sprachverarbeitungsprozesse – wie Wahrnehmung, phonemische Bewusstheit, Differenzierungsfertigkeiten und Sprachoutputfähigkeiten – erfordert, die wesentliche Rolle spielt, sondern das Zahlennachsprechen, für das Zahlenkenntnis nützlich ist und phonemische Bewusstheit beispielsweise irrelevant. Tatsächlich handelt es sich auch nicht um Vorschulkinder, bei denen man wortweisen Spracherwerb im jüngeren Alter erwartet, sondern bereits um Grundschulkinder, die Wörter aus dem Kontext erschließen und teilweise schon lesen. Dafür ist die Fähigkeit, längere Wortsequenzen zu merken – der die Leistung des Zahlennachsprechens näher kommt – sicherlich nützlich bzw. nützlicher.

Der Position von Gathercole et al. (1991) zur Unabhängigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses von der phonologischen Bewusstheit kann mit den hier vorgelegten Befunden in der Gruppe der dysgrammatisch-sprachgestörten Kinder gestützt werden. Der Zusammenhang bei den spezifisch-sprachgestörten Kindern blieb auch signifikant, wenn zusätzlich zuvor Lesen und die Autoregression des Wortschatzes ausgeschlossen wurde. Außer der Autoregression des Wortschatzes hatte keine der

Kontrollvariablen einen signifikanten Einfluss. Allerdings sind die nichtsignifikanten Varianzanteile z.B. des phonologischen Arbeitsgedächtnisses nicht so unterschiedlich zu den Ergebnissen der Studien von Bowey (1996, 2001) und vermutlich nur der geringeren Stichprobe halber nicht signifikant. Die durch die phonologische Bewusstheit gebundenen Varianzanteile sind geringer als bei Bowey (1996, 2001) oder Metsala (1999).

Der durch das phonologische Arbeitsgedächtnis aufgeklärte Varianzanteil des Wortschatzes bei den Sprachheilschülern ist mit 30 % im ersten Schritt und 10,1 % von den anderen Variablen unabhängiger Varianz sehr groß und zeigt die Bedeutung, die das phonologische Arbeitsgedächtnis in der Gruppe der Sprachheilschüler behält, auch wenn dieser Einfluss bei sprachunauffälligen Kindern verschwindet. Dies ist ein starkes empirisches Argument für die hier vertretene Position, dass Störungen im phonologischen Arbeitsgedächtnis eine Hauptursache für die Sprachauffälligkeiten dysgrammatisch-sprachgestörter Kinder sind.

Im Anschluss wurde untersucht, inwieweit die in Kapitel 8 gefundenen Rückstände der *Einzelkomponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses* sprachgestörter Kinder für den gefundenen Zusammenhang zwischen Wortschatz und phonologischem Arbeitsgedächtnis verantwortlich sein könnten. Die Gruppe der Grundschüler wurde zum Vergleich danebengestellt. Nach den Befunden von Gathercole et al. (1992) und Gathercole und Baddeley (1990a) sowie Hasselhorn et al. (1995) wurde erwartet, dass die Defizite der sprachgestörten Kinder im Wortschatz durch die Qualität des phonetischen Speichers zu einem bedeutsamen Teil bestimmt werden.

Über die „Normalität“ liefert die Betrachtung der Gruppe der sprachlich unauffälligen Kinder Informationen: die Qualität des phonetischen Speichers spielte keinerlei Rolle für den längsschnittlichen Zusammenhang zwischen dem phonetischen Arbeitsgedächtnis zu t1 und dem Wortschatz zu t2. Hier klärte lediglich die Artikulationsrate signifikant Varianz im Wortschatz zu t2 auf und war überwiegend für die Varianzaufklärung durch das phonologische Arbeitsgedächtnis verantwortlich. Dieser Einfluss verschwand, wenn die Autoregression des Wortschatzes ausgeschlossen wurde.

Für einen zusätzlichen Einfluss des Langzeitgedächtnisses sprechen einige Befunde, die im Theorieteil vorgestellt wurden, wie der Zusammenhang zwischen dem Kunstwörternachsprechen und der eingeschätzten Wortähnlichkeit (Gathercole, 1995, Gathercole, Willis, Emslie & Baddeley, 1991) oder Snowling et al.s (1991) Argument,

dass Kunstwörternachsprechen neben Anforderungen an das phonologische Arbeitsgedächtnis auch Anforderungen an das Wissen über die phonologische Struktur der Sprache stellt, das vom eigenen Wortschatz, der ähnliche sublexikalische Sequenzen enthält, abgeleitet ist.

Auch Henry und Millar (1991) fanden, dass Effekte der Wortbekanntheit bei älteren Kindern zu höheren Leistungen führten, auch wenn die Recallgeschwindigkeit vergleichbar war. Ferguson und Bowey (2005) zeigten, dass in einem Strukturgleichungsmodell nach Kails (1997) Zwei-Faktoren-Modell die Sprechrate keinen Einfluss mehr auf das phonologische Arbeitsgedächtnis hat, wenn der Einfluss des Langzeitwissens mit einbezogen wurde (allerdings operationalisierten sie diesen Einfluss über die phonologische Sensitivität im Sinne der lexikalischen Restrukturierungshypothese). Die Operationalisierung ungeachtet, ist das Ergebnis konsistent mit dem Befund in der Gruppe der Grundschüler, dass bei vorherigem Ausschluss des Einflusses des Wortschatzes der der Sprechrate verschwand.

In der Gruppe der dysgrammatisch-sprachgestörten Kinder bestätigte sich die Hypothese, die Qualität des phonetischen Speichers klärte einen signifikanten Varianzanteil vom Wortschatz zu t2 auf und die knappe Hälfte der gemeinsamen Varianz von phonologischem Arbeitsgedächtnis t1 und Wortschatz t2.

Betrachtet man die Variablen im Einzelnen, so verschwindet der Zusammenhang zwischen Kunstwörternachsprechen und Wortschatz bei den dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern, wenn die Qualität des phonetischen Speichers vorher ausgeschlossen wird. Auch der Gruppenunterschied im Kunstwörternachsprechen scheint sich auf die Qualität des phonetischen Speichers zurückzuführen lassen, nach Ausschluss von Intelligenz, Alter und der Qualität verschwindet auch er. Somit scheint die Größe des phonetischen Speichers in diesem Zusammenhang keine oder nur eine untergeordnete Rolle zu spielen und die Qualität des phonetischen Speichers den wesentlichen Anteil für den Zusammenhang von Kunstwörternachsprechen t1 und Wortschatz t2 darzustellen. Dies sind zwei wichtige Argumente für die große Bedeutung, die die Qualität des phonetischen Speichers für den Erwerb neuer Worte zu haben scheint.

Gathercole und Baddeley (1993) argumentieren, dass der Einsatz des Rehearsalprozesses beim Nachsprechen eines einzelnen Kunstwortes unwahrscheinlich, da unnötig ist, da aufgrund der Kürze des Materials die Kapazität des phonetischen Spei-

chers nicht überschritten wird. Diese Tatsache könnte an sich das Fehlen eines Einflusses erklären, da bei geringer Varianz kein Zusammenhang zu finden sein sollte. Der Leistungsabfall bei langen Kunstwörtern wäre dann auch als Effekt der größeren Komplexität – mit höheren Anforderungen an die Qualität – zu interpretieren. Das Ergebnis von Gathercole und Baddeley (1990a; Experiment 1b), dass Kunstwörter mit Konsonantenclustern weniger korrekt nachgesprochen werden können, als mit einzelnen Vokalen lässt sich in gleicher Richtung interpretieren.

Allerdings zeigen Gathercole, Willis, Emslie und Baddeley (1991) bei vier-, fünf- und sechsjährigen Kindern einen Leistungsabfall bei zunehmender Silbenzahl zwischen zwei und vier Silben und keinen Effekt der Komplexität der Kunstwörter.

Auch van der Lely und Howard (1993) untersuchten das Nachsprechen von Kunstwörtern bei spezifisch-sprachgestörten Kindern. Im Unterschied zur Versuchsanordnung der bisher zitierten Arbeiten und der hier vorgelegten, nutzten sie Listen von einsilbigen Kunstwörtern (von denen nur wenige Konsonantencluster aufwiesen) und fanden keine Einschränkung der sprachgestörten Kinder im Vergleich zu Kontrollkindern gleichen Sprachentwicklungsstandes. Sie räumen die Möglichkeit ein, dass sich Unterschiede zeigen könnten, wenn komplexeres Material verwendet wird. Sie zeigten ebenfalls einen phonologischen Ähnlichkeitseffekt, der für die Funktionsfähigkeit des phonetischen Speichers spricht, die Menge der seriell reproduzierte kurzen Kunstwörter unterschied sich bei den sprachgestörten Kindern nicht von der Leistung der „verbal controls“. Dazu lässt sich sagen, dass der Vergleich mit einer sprachgleichen Kontrollgruppe immer eine sehr strenge Prüfung der Hypothese ist und das Nichteintreten dieser Erwartung die Möglichkeit, dass es sich dennoch um eine Ursache der Sprachstörung handelt, nicht ausschließt. Es kann sehr gut sein, dass sich auch ein ehemals stärker defizitäres Merkmal weiterentwickelt und nicht mehr schlechter als bei sprachgleichen Kindern ist.

## 10 GESAMTDISKUSSION

---

Diese Studie wurde motiviert durch Diskussionen zwischen den Working-Memory-Forschern um Gathercole und Baddeley und ihren Kritikern um Snowling und Bowey u.a., die die Hypothese eines grundlegenden phonologischen Verarbeitungsfaktors, der für die Entwicklung der Sprache zuständig ist, bevorzugen. Die Ersteren machen das phonologische Arbeitsgedächtnis für die Sprachentwicklung im allgemeinen und die Wortschatzentwicklung im Besonderen verantwortlich und legten dazu einige Studien, auch eine zum phonologischen Arbeitsgedächtnis bei spezifisch-sprachgestörten Kindern vor (vgl. Kapitel 3 und 4), nach der die Ursache dieser Störung im phonetischen Speicher zu vermuten ist.

Kritik kam aus der zweitgenannten Gruppe, die mit der Position aufwartet, dass die oft gezeigten Zusammenhänge zwischen Wortschatz und dem Kunstwörter-nachsprechen durch eine grundlegende phonologische Verarbeitungsfähigkeit vermittelt werden, die teilweise auch die Qualität der phonologischen Repräsentationen im Sprachmodul reflektiert (Bowey, 2001). Kunstwörter-nachsprechen und die phonologische Sensitivität sind für sie beide Ausdruck dieser grundlegenden Fähigkeit. Eine Erweiterung des phonologischen Arbeitsgedächtnismodells nach Baddeley wurde 2000 durch Hasselhorn, Grube und Mähler vorgeschlagen. Sie unterteilen die Speicherkomponente der phonologischen Schleife in zwei Merkmale: zeitliche Dimension und Qualität. Ebenso lassen sich zwei Merkmale der Rehearsalschleife unterscheiden: die prinzipielle automatische Aktivierung und die Geschwindigkeit.

In dieser Arbeit fanden sich starke empirische Argumente für die Position, dass Störungen im phonologischen Arbeitsgedächtnis eine Hauptursache für die Sprachauffälligkeiten dysgrammatisch-sprachgestörter Kinder sind. Abweichend von den Ergebnissen bei sprachlich unauffälligen Kindern, zeigten die hier untersuchten sprachgestörten Kinder geringere Leistungen in allen Bereichen, weniger und niedrigere Korrelationen (Anhang B), eine andere, differenziertere Faktorenstruktur über die Maße der phonologischen Verarbeitung. Bei der Betrachtung der vier Merkmale des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zeigte sich kein Einsatz der Rehearsalstrategie und eine geringere Geschwindigkeit (letzteres vielleicht auch der Ausdruck eingeschränkter Sprechmotorik, siehe Gathercole, Service et al., 1999). Es ließ sich zeigen, dass es bei verwechselt dargebotenen Kunstwörtern nach Ausschluss des

Einflusses von Alter und Intelligenz keinen Gruppenunterschied gab, der bei unverrauscht dargebotenen Kunstwörtern nachweisbar war, so dass die Qualität des phonetischen Speichers eine große Rolle zu spielen scheint. Es gab einen Gruppenunterschied bei der Variablen für die Qualität des phonetischen Speichers. Auch die zeitliche Dimension schien reduziert, die sprachgestörten Kinder zeigten bei langen Kunstwörtern einen größeren Leistungsabfall. Hier wurde diskutiert, inwiefern die längeren Kunstwörter auch einen größeren Anspruch an die Speicherqualität stellen. Bei den dysgrammatischen Kindern ließ sich weiterhin eine kausale Asymmetrie zwischen phonologischem Arbeitsgedächtnis und Wortschatz finden, dergestalt, dass das frühere phonologische Arbeitsgedächtnis einen größeren Einfluss auf den späteren Wortschatz hatte, als umgekehrt. Diese wurde wegen des Entwicklungsrückstands der sprachgestörten Kinder in dieser Form erwartet, bei den sprachlich unauffälligen Kindern ließ sich weder der erwartete noch ein anderer Zusammenhang konsistent zeigen. Dieser kausal interpretierbare Zusammenhang ließ sich unabhängig von Alter, nonverbaler Intelligenz, der phonologischen Bewusstheit, dem Lesen und der Autoregression des Wortschatzes zeigen.

Wird längsschnittlich der Einfluss der Qualität des phonetischen Speichers in der schrittweisen hierarchischen Regressionsanalyse zuerst aus der Wortschatzvarianz zu t2 ausgeschlossen, lässt sich kein signifikanter Varianzanteil des Kunstwörter-nachsprechens mehr nachweisen. Das Zahlennachsprechen und der Faktorscore phonologisches Arbeitsgedächtnis zeigen auch nach Kontrolle der Qualität des phonetischen Speichers einen Einfluss auf den Wortschatz, der gemeinsame Varianzanteil reduziert sich jedoch auf die Hälfte. Die Artikulationsrate zeigt keinen bedeutsamen Einfluss.

Somit kann angenommen werden, dass die Qualität des phonetischen Speichers einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung des Wortschatzes hat. Weiterhin scheint die Qualität des phonetischen Speichers für den Gruppenunterschied im Kunstwörternachsprechen verantwortlich zu sein, er lässt sich kovarianzanalytisch auf Nicht-Signifikanz reduzieren, so dass der wesentliche entwicklungsrelevante Aspekt des phonetischen Speichers dessen Qualität zu sein scheint.



Die phonologische Bewusstheit zeigte keinen von der nonverbalen Intelligenz bzw. dem Alter unabhängigen Einfluss auf den späteren Wortschatz, so dass sich die Annahme, dass die phonologische Bewusstheit einen entwicklungsrelevanten Einfluss auf den Wortschatz hat, nicht bestätigt. Die Frage phonologischer Verarbeitungsfaktor nach Bowey (1996) oder phonologisches Arbeitsgedächtnis nach Gathercole und Baddeley scheint mir eher eine grundsätzliche, theoretische. Auch die Maße der phonologischen Bewusstheit stellen einen hohen Anspruch an das phonologische Arbeitsgedächtnis. Betrachtet man das phonologische Arbeitsgedächtnis als die basale Verarbeitungskapazität, dann ist der gemeinsame Varianzanteil dem phonologischen Gedächtnis zuzuordnen, nicht der phonologischen Bewusstheit.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie die Hypothese stützen, dass die Ursache für kindliche Störungen des Spracherwerbs im phonologischen Arbeitsgedächtnis und speziell in der Qualität des phonetischen Speichers zu suchen sind.

## Literaturverzeichnis

- Ackerman, B. P. (1978). Children's understanding of speech acts in unconventional directive frames. *Child Development*, 49, 311-318.
- Adams, A.-M., Bourke, L. & Willis, C. (1999). Working memory and spoken language comprehension in young children. *International Journal of Psychology*, 34, 364-373.
- Adams, A.-M. & Gathercole, S. E. (1995). Phonological Working Memory and Speech Production in Preschool Children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 403-414.
- Allen, S. E. M. & Crago, M. B. (1996). Early passive acquisition in inuktitut. *Journal of child language*, 23(1), 129-155.
- Anderson, R. C. & Freebody, P. (1981). Vocabulary knowledge. In: J. Guthrie (Eds.), *Comprehension and Teaching: Research Reviews* (pp. 77 -117). Newark: International Reading Association.
- Anglin, J. M. (1993). Vocabulary development: A morphological analysis. Monographs of the Society for Research in Child Development, 58(10, Serial No.238).
- Aram, D. M., Ekelman, B. & Nation, J. E. (1984). Preschoolers with language disorders: 10 years later. *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 232-244.
- Aram, D. M. & Hall, N. E. (1989). Longitudinal Follow-up of Children with Preschool Communication Disorders: Treatment Implications. *School Psychology Review*, 18(4), 487 – 501.
- Archibald, L. M. D. & Gathercole, S. E. (2006). Short-term memory and working memory in specific language impairment. In T. P. Alloway & S. E. Gathercole (Eds.), *Working Memory and Neurodevelopmental Disorders* (S.139-169). New York: Psychology Press.
- Axia, G. & Baroni, M. R. (1985). Linguistic politeness at different age levels. *Child Development*, 56, 918-927.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *The quarterly journal of experimental psychology*, 49, 5-28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E. & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158 – 173.
- Baddeley, A. D. & Logie R. H. (1999). Working memory: The multiple component model. In: A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory* (pp. 28–61). New York: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D., Thomson, N. & Buchanan, M. (1975). Word Length and the Structure of Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 14, 575-589.
- Baker, L. & Cantwell, D. P. (1982). Psychiatric disorder in children with different types of communication disorders. *Journal of Communicational Disorders*, 15(2), 113-126.
- Barrett, M. D. (1989). Early language development. In A. Slater & G. Bremner (Eds.), *Infant development*. London: Erlbaum.
- Berk, L.E. (2005). *Entwicklungspsychologie*. München: Pearson.
- Bishop, D. V. (1992). The underlying nature of specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 3-66.

- Bishop, D. V., North, T. & Donlan, C. (1996). Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment: evidence from a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(4), 391-403.
- Bloom, L. (1973). *One word at a time: The use of single-word utterances before syntax*. Mouton: The Hague.
- Bortz, J. (1993). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin, Springer.
- Bowey, J. A. (1996). On the association between phonological memory and receptive vocabulary in five-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63(1), 44-78.
- Bowey, J. A. (2001). Nonword repetition and young children's receptive vocabulary: a longitudinal study. *Applied Psycholinguistics*, 22, 441-469.
- Campbell, D. T. & Stanley, J. C. (1966). *Experimental and quasi-experimental designs for Research*. Houghton, Boston.
- Carey, S. (1978). *The child as word learner*. In: M. Halle, J. Bresnan, & G. A. Miller (Eds.), *Linguistic Theory and Psychological Reality*. Cambridge: The MIT Press.
- Carey, S. & Bartlett, E. (1978). Acquiring a single new word. *Proceedings of the Stanford Child Language Conference*, 15, 17-29.  
(Republished in *Papers and Reports on Child Language Development* 15, 17-29.)
- Catts, H. W. (1989). Defining dyslexia as a developmental language disorder. *Annals of Dyslexia*, 39, 50 - 64.
- Chomsky, N. (1969). *Aspekte der Syntax-Theorie*. Frankfurt: Suhrkamp
- Cohen, N.J. & Lipsett, L. (1991). Recognized and unrecognized language impairment in psychologically disturbed children: Child symptomatology, maternal depression, and family dysfunction. Preliminary report. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 23 (3), 376 – 389.
- Cook, T. D. & Campbell, D. T. (1979). Quasi-experimentation. Design and analysis issues for field settings (pp.309-321). Rand McNally, Chicago.
- Cowan, N. (1992). Verbal memory span and the timing of spoken recall. *Journal of Memory and Language*, 31, 668-684.
- Cowan, N. (1997). The development of working memory. In N. Cowan & C. Hulme (Eds.), *The development of memory in childhood*. Hove: Taylor & Francis, 163-199.
- Cunningham, A. E. & Stanovich, K. E. (1991). Tracking the unique effects of print exposure in children: Associations with vocabulary, general knowledge and spelling. *Journal of Educational Psychology*, 83 (2), 264-274.
- De Jong, N. H., Schreuder, R. & Baayen, R. H. (2000). The morphological family size effect and morphology. *Language and Cognitive Processes*, 15, 329-365.
- Dempster, F. N. (1981). Memory span: Sources of individual and developmental differences. *Psychological Bulletin*, 89, 63-100.
- Deutsch, T. & Pechmann, W. (1982). Social interaction and the development of definite descriptions. *Cognition*, 11, 159-184.
- Dickinson, D. K. (1984). First impressions: Children's knowledge of words gained from a single exposure. *Applied Psycholinguistic*, 5, 359 – 373.
- Dickinson, D. K., McCabe, A., Anastasopoulos, L., Peisner-Feinberg, E. S. & Poe, D. P. (2003). The comprehensive language approach to early literacy: The interrelationships among vocabulary, phonological sensitivity and print knowledge among preschool-aged children. *Journal of educational psychology*, 95, 465-481.
- Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M. H. (2004). *Internationale Klassifikation*

- psychischer Störungen. ICD-10. Klinisch-diagnostische Leitlinien (5.Aufl.)*. Bern: Huber.
- Dollaghan, C. A., Biber, M. E. & Campell, T. F. (1995). Lexical influences on nonword repetition. *Applied Psycholinguistics*, 16, 211 – 222.
- Dunn, L., Dunn, L., Whetton, C. & Pintilie, D. (1982). *The British picture vocabulary scales*. Windsor: NFER-Nelson.
- Ehri, I. C. (1984). How orthography alters spoken language competencies in children learning to read and spell. In J. Downing & R. Valtin (Eds.), *Language awareness and learning to read* (pp. 119-147). New York: Springer.
- Ehri, L. C. (1987). Learning to read and spell words. *Journal of Reading Behavior*, 19, 5-31.
- Elley, W. B. (1989). Vocabulary acquisition from listening to stories. *Reading Research Quarterly*, 24, 174-187.
- Fazio, B. B. (1997). Learning a new poem: Memory for connected speech and phonological awareness in low-income children with and without specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 1285-1297.
- Ferguson, A. N., Bowey, J. A. & Tilley, A. (2002). The association between auditory memory span and speech rate in children from kindergarten to sixth grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(2), 141-156.
- Ferguson, A. N. & Bowey, J. A. (2005). Global processing speed as a mediator of developmental changes in children's auditory memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(1), 89 - 112
- Fromm, W., Schöler, H. & Kany, W. (Hrsg.) (1998). *Spezifische Sprach-Entwicklungsstörung und Sprachlernen: Erscheinungsformen, Verlauf, Folgerungen für Diagnostik und Therapie*. Heidelberg: C. Winter.
- Gathercole, S. E. (1995). Is nonword repetition a test of phonological memory or long-term memory knowledge ? It all depends on the nonwords. *Memory and Cognition*, 23, 83-94.
- Gathercole, S. E. (1998). The development of memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 3-27.
- Gathercole, S. E. & Adams, A. (1993). Phonological working memory in very young children. *Developmental psychology*, 29, 770-778.
- Gathercole, S. E. & Adams, A. (1994). Children's phonological working memory: contributions of long-term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language*, 33, 672-688.
- Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1990a). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Educational Psychology*, 29, 336-360.
- Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1990b). The role of phonological memory in vocabulary acquisition: A study of young children learning new names. *British Journal of Psychology*, 81, 439-454.
- Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hove, UK: Erlbaum.
- Gathercole, S. E., Frankish, C., Pickering, S. J. & Peaker, S. M. (1999). Phonotactic influences on short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25, 84-95.
- Gathercole, S. E., Hitch, G. J., Service, E., & Martin, A. J. (1997). Short-term memory and long-term learning in children. *Developmental Psychology*, 33, 966-979
- Gathercole, S. E., Service, E., Hitch, G.J., Adams, A.-M. & Martin, A. J. (1999).

- Phonological short-term memory and vocabulary development: Further evidence on the nature of relationship. *Applied cognitive psychology*, 13, 65-77.
- Gathercole, S. E., Willis, C. & Baddeley, A. D. (1991). Dissociable influences of phonological memory and phonological awareness on reading and vocabulary development. *British Journal of Psychology*, 82, 387-406.
- Gathercole, S. E., Willis, C., Baddeley, A. D. & Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition. A test of phonological working memory. *Memory*, 2, 103-127.
- Gathercole, S. E., Willis, C., Emslie, H., & Baddeley, A. D. (1991). The influences of number of syllables and word-likeness on children's repetition of nonwords. *Applied psycholinguistics*, 12, 349-367.
- Gathercole, S. E., Willis, C., Emslie, H., & Baddeley, A. D. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: a longitudinal study. *Developmental Psychology*, 28, 887-898.
- Glushko, R. J. (1979). The organization and activation of orthographic knowledge in reading aloud. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 674-691.
- Goldman, R., Fristoe, M. & Woodcock, R. W. (1974). *Goldman-Fristoe-Woodcock Sound-Symbol Tests*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Grimm, H. & Schöler, H. (1978). *Der Heidelberger Sprachentwicklungstest H-S-E-T*. Göttingen: Hogrefe.
- Grimm, H. (1994). Sprachentwicklungsstörung. Diagnose und Konsequenzen für die Therapie. In H. Grimm & S. Weinert (Hrsg.), *Intervention bei sprachgestörten Kindern* (S. 3 – 32). Stuttgart: G. Fischer.
- Grimm, H. (1995). Sprachentwicklung – allgemeintheoretisch und differentiell betrachtet. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (S.705-757). PVU, Weinheim.
- Grimm, H. (1999). *Störungen der Sprachentwicklung. Grundlagen - Ursachen – Diagnose - Intervention - Prävention*. Göttingen: Hogrefe.
- Grube, D., Hasselhorn, M. & Weiß, J. (1998). Altersdefizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis: Spielt die Verarbeitungspräzision des phonetischen Speichers eine Rolle? *Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiatrie*, 11, 3-11.
- Hahn, A. (1991). Berechnungsprogramm für cross-lagged-correlations. FU Berlin.
- Hasselhorn, M. (1988). Wie und warum verändert sich die Gedächtnisspanne über die Lebensspanne?. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 20 (4), 322-337.
- Hasselhorn, M., Grube, D. & Mähler, C. (2000). Theoretisches Rahmenmodell für ein Diagnostikum zur differentiellen Funktionsanalyse des phonologischen Arbeitsgedächtnisses. In M. Hasselhorn, W. Schneider & H. Marx, *Diagnostik von Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten, Tests und Trends*, Bd. 1 (S.167-182). Hogrefe: Göttingen.
- Hasselhorn, M., Grube, D. & Mähler, C. (2003, April). Phonological short-term memory in children with specific language impairment. Poster at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, Tampa, Florida.
- Hasselhorn, M., Hille, B., Süß, U., Werner, I. & Grube, D. (1995). *Ist die Entwicklungsdysphasie die Folge von Entwicklungsstörungen im Arbeitsgedächtnis?* Vortrag auf der 12. Tagung Entwicklungspsychologie vom 25. – 29. September 1995 in Leipzig.
- Hasselhorn, M. & Körner, K. (1997). Nachsprechen von Kunstwörtern: Zum

- Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und syntaktischen Sprachleistungen bei Sechs- und Achtjährigen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 29, 212-224.
- Hasselhorn, M., Mähler, C. & Grube, D. (2005). Theory of mind, working memory, and verbal ability in preschool children: The proposal of a relay race model of the developmental dependencies. In W. Schneider, Schumann-Hengsteler, R. & Sodian, B. (Eds.), *Young childrens cognitive development* (pp. 219-237). Erlbaum, London.
- Hasselhorn, M. & Mähler, C. (2007). Phonological working memory of children in two German special schools. *International Journal of Disability, Development and Education*, 54(2), 225-244.
- Hasselhorn, M. & Seidler, U. (1999). *Ist das „Nachsprechen“ von Kunstwörtern für Entwicklungsanalysen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses geeignet?* Vortrag auf der 14. Tagung Entwicklungspsychologie vom 12. – 16. September 1999 in Fribourg (Schweiz).
- Hasselhorn, M., Seidler-Brandler, U. & Körner, K. (2000). Ist das „Nachsprechen von Kunstwörtern“ für die Entwicklungsdiagnostik des phonologischen Arbeitsgedächtnisses geeignet? . In M. Hasselhorn, W. Schneider & H. Marx, *Diagnostik von Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten, Tests und Trends*, Bd. 1 (S.119-134). Hogrefe: Göttingen.
- Hasselhorn, M. & Werner, I. (2000). Zur Bedeutung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses für die Sprachentwicklung. In H. Grimm (Hrsg.), *Sprachentwicklung* (Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie III Sprache, Bd. 3) (S. 363-378). Göttingen: Hogrefe.
- Haynes, C. (1992). A longitudinal study of language-impaired children from a residential school. In P. Flechter & D. Hall (Eds.), *Specific speech and language disorders in children*. London: Whurr.
- Henry, L. A. (1984). The relationship between speech rate and memory span in children. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 37-56.
- Henry, L. A. & Millar, S. (1991). Memory span increase with age: a test of two hypotheses. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51 (3), 459-484.
- Henry, L. A. & Millar, S. (1993). Why does memory span improve with age? A review of evidence for two current hypotheses. *European Journal of Cognitive Psychology*, 5(3), 241-287.
- Herman, P. A. & Dole, J. (1988). Theory and practice in vocabulary learning and instruction. *The Elementary School Journal*, 89 (1), 42-54.
- Hu, C. F. (2003). Phonological memory, phonological awareness and foreign language word learning. *Language Learning*, 53 (3), 429 – 462
- Hulme, C. & Mackenzie, S. (1992). Working memory and severe learning difficulties. Hove, Erlbaum.
- Hulme, C., Maughan, S. & Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution of short-term memory span. *Journal of memory and language*, 30, 685-701.
- Hulme, C., Roodenrys, S., Schweickert, R., Brown, G.D.A., Martin, S. & Stuart, G. (1997). Word frequency effects on short-term memory tasks: Evidence for a redintegration process in immediate serial recall. *Journal of experimental child psychology: Learning, Memory and Cognition*, 23, 1217-1232.
- Jansen, H. (1985). *„Phonologische Bewusstheit“ und Lese-Rechtschreibleistungen*. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Bielefeld: Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft.
- Jansen, H. (1992). *Untersuchungen zur Entwicklung lautsynthetischer Verarbeitungs-*

- prozesse im Vorschul- und frühen Grundschulalter. Hänsel-Hohenhausen, Egelsbach.
- Jenkins, J. R., Matlock, B. & Slocum, T. A. (1989). Two approaches to vocabulary instruction: The teaching of individual word meanings and practice in deriving word meaning from context. *Reading Research Quarterly*, 24 (2), 215-235.
- Kail, R. V. (1997). Phonological skill and articulation time independently contribute to the development of memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67(1), 57-68.
- Kamhi, A. G., Lee, R. F. & Nelson, L. K. (1985). Word, syllable and sound awareness in language-disordered children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 50, 207-212.
- Kamhi, A. G. & Catts, H. W. (1986). Toward an understanding of developmental language and reading disorders. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 51, 337-347.
- Kamhi, A. G., Catts, H. W., Maurer, D., Apel, K. & Gentry, B. F. (1988). Phonological and spatial processing abilities in language- and reading-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 316-327.
- Katz, R. B. (1986). Phonological deficiencies in children with reading disabilities: Evidence from an object-naming task. *Cognition*, 22, 225-257.
- Kenny, D.A. (1975). A quasi-experimental approach to assessing treatment effects in the nonequivalent control group design. *Psychological Bulletin*, 82, 345-362.
- Lazarsfeld, P. & Barton, A. H. (1955). Das Verhältnis von theoretischer und empirischer Analyse im Rahmen qualitativer Sozialforschung. In Hopf & Weingarten (Hrsg.). *Qualitative Sozialforschung*. Stuttgart.
- Leitao, S., Hobgen, J. & Fletcher, J. (1997). Phonological processing skills in speech and language impaired children. *European Journal of Disorders of Communication*, 32, 73-79.
- Leonard, L. B. (1998). *Children with specific language impairment*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Lewis, B. & Thomson, L. (1992). A study of developmental speech and language disorders in twins. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, 1086-1094.
- Logie, R.H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove: Erlbaum.
- Lonigan, C. J., Durgess, S. R., Anthony, J. L. & Barker, T. A. (1998). Development of phonological sensitivity in 2- to 5-year-old children. *Journal of Educational Psychology*, 90 (2), 294-311.
- Mannhaupt, G. & Jansen, H. (1989). Phonologische Bewusstheit: Aufgabenentwicklung und Leistungen im Vorschulalter. *Heilpädagogische Forschung*, 15, 50-56.
- Marx, H. (2000). Knuspels Leseaufgaben: Theorie, Umsetzung und Überprüfung. In M. Hasselhorn, W. Schneider & H. Marx, *Diagnostik von Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten, Tests und Trends*, Bd. 1 (S.119-134). Hogrefe: Göttingen.
- Marx, P., Weber, J. & Schneider, W. (2005). Phonologische Bewusstheit und ihre Förderung bei Kindern mit Störungen der Sprachentwicklung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 37, 80-90.
- Masoura, E. V. & Gathercole, S. E. (1999). Phonological short-term memory and foreign language learning. *International Journal of Psychology*, 34, 383-388.
- Masoura, E. V. & Gathercole, S. E. (2005). Contrasting contribution of phonological memory and long-term knowledge to vocabulary learning in a foreign language. *Memory*, 13, 422-429.
- Mattingly, I. G. (1972). Reading, the linguistic process, and linguistic awareness. In

- J.F. Kavanagh & I.G. Mattingly (Eds.), *Language by ear and by eye: The relationships between speech and reading* (pp. 133-147). Cambridge: MIT Press.
- Melchers, P. & Preuss, U. (1991). K-ABC – Kaufmann Assessment Battery für children. Swets & Zeitlinger, Amsterdam.
- Metsala, J. L. (1999). Young children's phonological awareness and nonword repetition as a function of vocabulary development. *Journal of Educational Psychology*, 91, 3-19.
- Michas, I. C. & Henry, L. A. (1994). The link between phonological memory and vocabulary acquisition. *British Journal of Developmental Psychology*, 12(2), 147-163.
- Nagy, W. E. & Anderson, R. C. (1984). How many words are there in printed school English? *Reading Research Quarterly*, 19, 304-330.
- Nagy, W. E. & Herman, P. (1987). Breadth and depth of vocabulary knowledge: Implications for acquisition and instruction. In M.G. McKeown & M.E. Curtis (Eds.), *The nature of vocabulary acquisition* (pp. 19 – 35). Hillsdale: Erlbaum.
- Nagy, W. E. & Schott, J. A. (2000). Vocabulary processes. In M. L. Kamil & P. B. Mosenthal (Eds.), *Handbook of reading research* (Vol.3, pp.269-284). Mahwah, N.J., Erlbaum.
- Nelson, K. (1973). Structure and strategy in learning to talk. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 38, 1-2.
- Nippold, M. A., Taylor, C. L. & Barker, J. M. (1996). Idiom understanding in Australian youth: A cross-cultural comparison. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 442-447.
- Oakhill, J. & Kyle, F. (2000). The relations between phonological awareness and working memory. *Journal Experimental Child Psychology*, 75 (2), 152-164.
- Papagno, C., Valentine, T., & Baddeley, A. D. (1991). Phonological short-term memory and foreign language vocabulary learning. *Journal of Memory and Language*, 30, 331-347.
- Papagno, C. & Vallar, G. (1992). Phonological short-term memory and the learning of novel words : the effect of phonological similarity and item length. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44 (1), 47-67.
- Pickering, S. J. & Gathercole, S. E. (2001). Working memory test battery for children (WMTB-C). London: The psychological corporation.
- Plomin, R. & P. Dale (2000). Genetics and early language development: A UK study of twins. In D. Bishop & L. Leonard (Eds.), *Speech and language impairments in children: causes, characteristics, intervention and outcome* (pp. 35-51). Philadelphia, Psychology Press.
- Prizant, P. M., Audet, L. R., Burke, G. M., Hummel, L. J., Maher, S. R. & Theodore, G. (1990). Communication disorders and emotional/behavioral disorders in children and adolescents. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55, 179-192.
- Robinson, R. J. (1987). The causes of language disorder: introduction and overview. In: *Proceedings of the First International Symposium on Specific Speech and Language Disorders in Children, Reading UK, 29<sup>th</sup> March – 3<sup>rd</sup> April, 1987*, (pp. 1- 19).
- Roebers, C. & Zoelch, C. (2005). Erfassung und Struktur des phonologischen und visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses bei 4-jährigen Kindern. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 37(3), 113-121.
- Rogosa, D. (1979). Causal models in longitudinal research:: Rationale, formulation,



- and interpretation. In J.R. Nesselroade & P. B. Baltes (Eds.), *Longitudinal research in the study of behavior and development* (pp. 263-302). New York: Academic Press.
- Sahlen, B., Reuterskiöld-Wagner, C., Nettelbladt, U. & Radeborg, K. (1999). Nonword repetition in children with language impairment – pitfalls and possibilities. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 34, 337-352.
- Saß, H., Wittchen, H.-U. & Zaudig, M. (2003). *Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen* (1. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Schöler, H., Kratzer, P., Kürsten, F. & Schäle, H. (1991). Sprachliche und nichtsprachliche Leistungen sprachauffälliger und sprachunauffälliger Grundschüler (Untersuchungszeitraum II) (Arbeitsberichte aus dem Forschungsprojekt „Dysgrammatismus“ Nr. 16). Heidelberg: Pädagogische Hochschule, Fachbereich VI.
- Schumann-Hengsteler, R., Strobl, M., & Zoelch, C. (2004). Temporal memory for locations: On the coding of spatio-temporal information in children and adults. In G. Allen (Eds.), *Human spatial memory: remembering where*. New York: Erlbaum.
- Segers, E. & Verhoeven, L. (2005). Long-term effects of computer training of phonological awareness in kindergarten. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 17-27.
- Service, E. (1992). Phonology, working memory, and foreign-language learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45 (1), 21-50.
- Shapiro, T. (1982). Disordered thinking and communication in children. *Psychoanalytic Quarterly*, 5, 434-435.
- Skowronek, H., Marx, H. (1989). Die Bielefelder Längsschnittstudie zur Früherkennung von Risiken der Lese-Rechtschreibschwäche: Theoretischer Hintergrund und erste Befunde. *Heilpädagogische Forschung*, 15, 38-49.
- Snowling, M., Chiat, S., & Hulme, C. (1991). Words, non-words, and phonological processes: Some comments on Gathercole, Willis, Emslie, and Baddeley. *Applied Psycholinguistics*, 12(3), 369-373.
- Snowling, M., Goulandris, N., Bowlby, M. & Howell, P. (1996). Segmentation and speech perception in relation to reading skill: A developmental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 489 – 507.
- Stahl, S. A., Jakobson, M. G., Davis, C. E. & Davis, R. L. (1989). Prior knowledge and difficult vocabulary in the comprehension of unfamiliar text. *Reading Research Quarterly*, 24, 27-43.
- Stark, R. E. & Tallal, P. (1981). Selection of children with specific language deficits. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46, 114-122.
- Sternberg, R. J. (1987). Most vocabulary is learned from context. In M. G. McKeown & M. E. Curtis (Eds.), *The nature of vocabulary acquisition* (pp. 89 – 105). Hillsdale: Erlbaum.
- Stevenson, J. & Richmann, N. (1978). Behavior, language, and development in three-year-old children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 8 (3), 299-313.
- Stock, C., Marx, H. & Schneider, W. (2003). Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen (BAKO 1-4). Beltz, Göttingen.
- Süß-Falckenberg, U. (1997). *Wird die dysphasische Sprachentwicklungsstörung durch Defizite phonologischer Arbeitsgedächtnisfunktionen bestimmt?* Unveröffentlichte Diplomarbeit: TU Dresden.
- Swan, D. & Goswami, U. (1997). Phonological awareness deficits in developmental

- dyslexia and the phonological representations hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66 (1), 18-41.
- Schweickert, R. (1993). A multinomial processing tree model for degradation and reintegration in serial recall. *Memory and Cognition*, 21, 168-175.
- Skowronek, H. & Marx, H. (1989). Die Bielefelder Längsschnittstudie zur Früherkennung von Risiken der Lese-Rechtschreibschwäche: Theoretischer Hintergrund und erste Befunde. *Heilpädagogische Forschung*, 15, 38-49.
- Tewes, U. (1983). Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder, Revision 1983 (HAWIK-R). Bern: Huber.
- Thorndyke, R. I. (1973). Reading as reasoning. *Reading Research Quarterly*, 3, 499-545.
- Tomblin, J. B. (1996). Genetic and environmental contributions to the risk for specific language impairment. In M. Rice (Eds.), *Genetics of Specific Language Impairment* (pp. 191-210). Baltimore: Brooks.
- Tomblin, J. B. & Buckwalter, P. R. (1998). Heritability of poor language achievement among twins. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 188-199.
- Tomblin, J. B. & Buckwalter, P. R. (1994). Studies of genetics of specific language impairment. In: R. V. Watkins & M. L. Rice (Eds.), *Specific language impairments in children* (pp. 17-34). Baltimore: Brookes.
- Van der Lely, H. K. J. & Howard, D. (1993). Children With Specific Language Impairment - Linguistic Impairment or Short-Term Memory Deficit? *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 1193-1207
- Wagner, R. K. & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101, 192-212.
- Wechsler, D. (1974). *Wechsler intelligence scale for children – Revised*. New York: The Psychological Corporation.
- Wehren, A., deLisi, R. & Arnold, M. (1981). The development of noun definition. *Journal of Child Language*, 8, 165-175.
- Weinert, S. (1996). Prosodie - Gedächtnis - Geschwindigkeit: Eine vergleichende Studie zu Sprachverarbeitungsdefiziten dysphasisch-sprachgestörter Kinder. *Sprache und Kognition*, 15, 46-69.
- Weinert, S. (2000). Sprach- und Gedächtnisprobleme dysphasisch-sprachgestörter Kinder: Sind rhythmisch-prosodische Defizite eine Ursache? In K. Müller & G. Aschersleben (Hrsg.), *Rhythmus. Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 255-283). Bern: Huber.
- Weinert, S. (2005). Umschriebene Entwicklungsstörungen der Sprache. In: P.F. Schlottke, R.K. Silbereisen, S. Schneider & G.W. Lauth (Hrsg.), *Störungen im Kindes- und Jugendalter* (Enzyklopädie der Psychologie). Göttingen: Hogrefe.
- White, T.G., Power, M.A. and White, S. (1989) Morphological analysis: Implications for teaching and understanding vocabulary growth. *Reading Research Quarterly*, 24(3), 283-304
- Winner, E. (1988). The point of words: Childrens understanding of metaphor and irony. Cambridge: Harvard University Press.

## Anhang

- Anhang A: Unveröffentlichtes Testmaterial
- Anhang B: Korrelationen
- Anhang C: Mittelwerte und Standardabweichungen,  
Gruppenunterschiede und Entwicklungseffekte
- Anhang D: Reliabilitätskorrektur

## Anhang A: Unveröffentlichtes Testmaterial

### A-1 Kunstwörternachsprechen

	<b>zweisilbig</b>	<b>dreisilbig</b>	<b>viersilbig</b>
<b>unverzerrt</b>	lifall Zawo krauern Naloß	Wuralten verkraffern karflumen Mindinnen	Sulibritzen Fallurwakel Verkrabaten Saberlicke
<b>leicht verzerrt</b>	Maling Vorluch Pfranden Kattaus	Schliebunder bestrugeln Jalosse geschraten	Werulater Pfitzorkaden Arbaklaschen Kudilabert
<b>stark verzerrt</b>	Mattau Laukolz Plabeln sallen	Külinge resubelt Frielaume gerutten	Geserabung verklubenatzt Blukenbarling Quietensana

### A-2 Pseudowörter segmentieren

1. llur
2. botgam
3. kluncht
4. forlte
5. zersche
6. kimblu
7. wüpsi
8. drofgio
9. scharich
10. askletno

### A-3 Vokalersetzen

1. Wand
2. Kran
3. Pizza
4. Ananas
5. Fußball
6. Mathematik
7. Klara
8. Kartoffel
9. Namenstag
10. Kamm
11. Klasse
12. Andreas
13. lachen
14. Anna
15. Handballmannschaft

## A-4 Lehrerfragebogen zum Lesen

Sehr geehrte Frau ...,

ich möchte Sie bitten, mir ihre Fachkenntnis zur Verfügung zu stellen und die nachstehenden Fragen und Aussagen für jedes Kind zu beantworten / zu bewerten. Bitte geben sie bei allen Fragen jedem Kind in der untenstehenden Tabelle den Wert, der am ehesten zutrifft. Die Endpunkte der siebenstufigen Skala sind jeweils charakterisiert. Tragen sie in der Antworttabelle nur den Skalenwert (1-7) in der entsprechenden Spalte ein. Bitte gehen sie bei der Beantwortung spaltenweise und nicht zeilenweise vor. D.h. geben sie zu jeder Frage Ihr Urteil für alle teilnehmenden Kinder der Klasse ab, ehe Sie sich der Beantwortung der nächsten Frage zuwenden.

Recht herzlichen Dank für ihre Mitarbeit.

Nr.

1 Die Lesefähigkeit des Kindes ... bewerte ich insgesamt mit

weit  
überdurchschnittlich      1-----2-----3-----4-----5-----6-----7      weit  
unterdurchschnittlich

2 Das Kind ... liest neue, unbekannte altersgemäße Texte

weit  
überdurchschnittlich      1-----2-----3-----4-----5-----6-----7      weit  
unterdurchschnittlich

3 Das Kind ... liest die Wörter bei neuen unbekannten Texten

weit  
überdurchschnittlich      1-----2-----3-----4-----5-----6-----7      weit  
unterdurchschnittlich

4 Beim Lesen eines neuen unbekannten Textes versteht das Kind ...

weit  
überdurchschnittlich      1-----2-----3-----4-----5-----6-----7      weit  
unterdurchschnittlich

5 Das Kind ... schreibt die Wörter bei neuen unbekannten Texten

weit  
überdurchschnittlich      1-----2-----3-----4-----5-----6-----7      weit  
unterdurchschnittlich

6 Beim Hören eines neuen unbekannten Textes versteht das Kind ...

weit  
überdurchschnittlich      1-----2-----3-----4-----5-----6-----7      weit  
unterdurchschnittlich

Code	Name	Frage Nr.					
		1	2	3	4	5	6

## Anhang B: Korrelationen

Tab. B-1: Korrelationsmatrix (alle Variablen) für die unauffälligen Kinder

	t0	t1									t2							
	NVI	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
2 NVI	.53																	
3 ZN	.50	.36	-															
4 KN	.34	.18	.59	-														
5 SpR	.51	.35	.38	.20	-													
6 Qualität	-.02	.08	.34	.71	.13													
7 PWS	.25	.22	.50	.40	.19	.38	-											
8 Voke	.37	.42	.58	.50	.39	.39	.57	-										
9 WS	.30	.21	.24	.24	.30	.27	.08	.27	-									
10 Lesen	.41	.34	.38	.47	.38	.39	.44	.59	.33									
11 ZN	.52	.33	.71	.41	.26	.24	.41	.51	.11	.31	-							
12 KN	.18	.19	.47	.56	.15	.39	.46	.52	.21	.53	.34	-						
13 SpR	.30	.34	.57	.61	.51	.46	.38	.67	.30	.59	.43	.45	-					
14 Qualität	-.46	-.10	-.11	.03	-.27	.25	.15	.14	.00	.20	-.20	.46	.00	-				
15 PWS	.23	.19	.49	.31	.19	.29	.42	.53	.28	.37	.48	.37	.32	.04	-			
16 Voke	.47	.30	.44	.41	.22	.30	.46	.64	.18	.46	.52	.35	.47	-.00	.66	-		
17 WS	.47	.33	.25	.15	.30	.08	.07	.25	.75	.37	.18	.23	.36	-.04	.17	.19	-	
18 Lesen	.54	.51	.51	.47	.35	.34	.47	.67	.25	.81	.36	.48	.61	.21	.44	.49	.31	

### Anmerkungen:

**Fett:  $p < .05$  (einseitig)**

markiert sind die Entwicklungsstabilitäten

N=64; t0: N=30

NVI nonverbale Intelligenz

ZN Zahlen nachsprechen

KN Kunstwörter nachsprechen

SpR Sprechrate

Qualität des phonetischen Speichers

PWS

Voke

WS

Lesen

Pseudowörter segmentieren

Vokalersetzen

Wortschatz

Faktorscore Lesen

Tab.B-2: Korrelationsmatrix (alle Variablen) für die dysgrammatischen Kinder

	t0	t1									t2						
	NVI	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>2 NVI</b>	<b>.51</b>	-															
<b>3 ZN</b>	.32	.16	-														
<b>4 KN</b>	.18	.04	<b>.34</b>	-													
<b>5SpR</b>	<b>.44</b>	.19	.17	.11	-												
<b>6 Qualität</b>	.12	-.01	.27	<b>.81</b>	.04												
<b>7 PWS</b>	.34	-.05	<b>.55</b>	.26	.10	.05	-										
<b>8 Voke</b>	.33	.00	<b>.42</b>	.26	.18	.16	<b>.49</b>	-									
<b>9 WS</b>	.24	.15	.27	.18	<b>.32</b>	.20	-.06	.07	-								
<b>10 Lesen</b>	.20	-.22	<b>.43</b>	.06	-.04	.01	<b>.60</b>	<b>.30</b>	.20								
<b>11 ZN</b>	.33	.21	<b>.75</b>	<b>.36</b>	.25	.12	<b>.40</b>	<b>.43</b>	<b>.31</b>	<b>.40</b>	-						
<b>12 KN</b>	.19	-.11	<b>.35</b>	<b>.69</b>	.04	<b>.60</b>	<b>.33</b>	<b>.30</b>	.11	.24	.26	-					
<b>13 SpR</b>	<b>.31</b>	.04	.13	<b>.32</b>	<b>.28</b>	.10	.27	<b>.40</b>	-.00	.16	.13	<b>.38</b>	-				
<b>14 Qualität</b>	.21	-.11	.21	<b>.35</b>	.02	<b>.42</b>	.25	.13	.06	.20	-.02	<b>.75</b>	.15				
<b>15 PWS</b>	.07	-.16	<b>.31</b>	.23	-.11	.02	<b>.63</b>	.25	-.05	<b>.50</b>	<b>.33</b>	<b>.36</b>	.10	.27	-		
<b>16 Voke</b>	.32	-.16	<b>.31</b>	.21	.05	.08	<b>.56</b>	<b>.35</b>	.27	<b>.41</b>	.23	<b>.34</b>	.12	.27	<b>.58</b>	-	
<b>17 WS</b>	.25	.17	<b>.50</b>	<b>.42</b>	.24	<b>.36</b>	.13	.15	<b>.75</b>	.11	<b>.46</b>	<b>.36</b>	.11	.08	.12	.23	-
<b>18 Lesen</b>	.17	-.30	<b>.52</b>	.01	-.16	-.07	<b>.65</b>	<b>.40</b>	.15	<b>.84</b>	<b>.37</b>	.13	.13	.15	<b>.58</b>	<b>.56</b>	.11

**Anmerkungen:****Fett: p<.05 (einseitig)**

markiert sind die Entwicklungsstabilitäten

N=33

NVI nonverbale Intelligenz  
 ZN Zahlen nachsprechen  
 KN Kunstwörter nachsprechen  
 SpR Sprechrate  
 Qualität des phonetischen Speichers

PWS  
 Voke  
 WS  
 Lesen

Pseudowörter segmentieren  
 Vokalersetzen  
 Wortschatz  
 Faktorsore Lesen

## Anhang C: Mittelwerte und Standardabweichungen; Gruppenunterschiede, Entwicklungseffekte

Tabelle C: Mittelwerte und Standardabweichungen der eingesetzten Maße

	<b>Grundschüler</b>				<b>Sprachheilschüler</b>			
	<b>t0</b>		<b>t1</b>		<b>t0</b>		<b>t1</b>	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Bilder ergänzen	10.10	2.32	11.30	4.29	8.76	2.26	8.61	3.24
	<b>t1</b>		<b>t2</b>		<b>t1</b>		<b>t2</b>	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Alter	92.31	4.00	101.13	4.04	95.30	4.90	103.55	4.98
Zahlen- nachsprechen	8.91	2.18	9.69	1.82	6.39	1.54	7.97	1.96
Kunstwörter- nachsprechen	9.39	2.07	10.42	1.56	6.64	2.41	8.21	1.98
Sprechrate	2.73	.73	3.09	.62	1.94	.40	2.35	.60
Qualität des phone- tischen Speichers	6.47	1.88	6.31	1.92	3.88	2.48	4.91	1.70
Pseudowörter- segmentieren	4.44	2.80	5.23	2.40	1.15	1.77	2.76	2.56
Vokalersetzen	7.62	4.00	7.92	3.76	2.39	2.68	4.06	3.34
Wortschatz	8.38	3.03	10.98	2.94	6.06	3.23	8.39	3.13
Lesen gesamt	2.86	1.20	2.77	1.19	4.15	1.78	3.91	1.47
Lesen von Wörtern	2.88	1.32	2.80	1.17	3.76	1.71	3.76	1.44
Lesen von Sätzen	2.87	1.34	2.62	1.22	4.18	1.63	3.73	1.65



## C-2 Zeit- und Gruppenunterschiede

Zum Nachweis von Zeit- und Gruppenunterschieden wurde eine Serie von zweifaktoriellen Messwiederholungsvarianzanalysen über alle in dieser Untersuchung verwendeten Maße durchgeführt, eine Ausnahme bildete das Lesen, hier handelte es sich um Lehrereinschätzungen, diese hatten jeweils die Klasse als Bezugsrahmen und deshalb verschiedene Vergleichsmaßstäbe, so dass kein Entwicklungseffekt zu erwarten war, wenn auch Gruppenunterschiede, die jedoch vermutlich (durch den Vergleich innerhalb der Klasse) geringer ausfallen, als in einem Leistungstest.

Post-hoc wurden t-Tests durchgeführt, um zu überprüfen, worauf sich gefundene Unterschiede in der Varianzanalyse zurückführen lassen. Die Mittelwerte der eingesetzten Variablen wurden der Anschaulichkeit halber zusätzlich als Diagramm dargestellt.

### *Wortschatz.*

Im Wortschatz (Abb. C-1) zeigte sich ein signifikanter Entwicklungseffekt  $F(1;95)=112,65$ ,  $p<.001$  und ein signifikanter Einfluss der Gruppe ( $F(1;95)=16.12$ ,  $p<.001$ ) die Wechselwirkung wurde nicht signifikant ( $F(1;95)<1$ ).

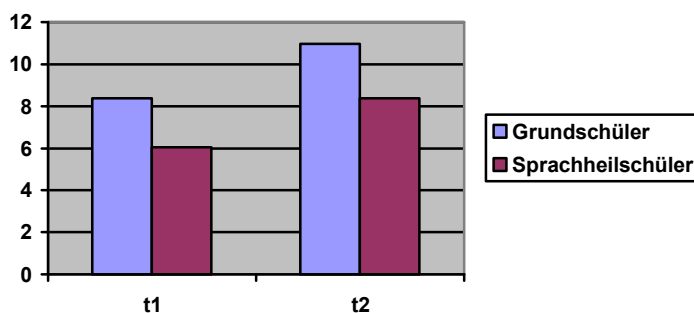


Abbildung C-1: Rohwert im passiven Wortschatz

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t1 ( $t(95)=-3.49$ ;  $p<.001$ ) und t2 ( $t(95)=-4.03$ ;  $p<.001$ ). Auch der Entwicklungseffekt zeigte sich in beiden Gruppen (GS:  $t(63)=-9.81$ ;  $p<.001$ ; SHS:  $t(32)=-5.93$ ;  $p<.001$ ).

Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden (t1:  $F(2;94)=3.74$ ,  $p<.05$ ; t2:  $F(2;94)=7.11$ ,  $p<.001$ ).

Die Gruppendifferenz beträgt zu t1  $d=.87$  SD und zu t2  $d=.73$  SD. Damit sind diese Differenzen in der Größe ähnlich der zu t0 im Verstehen grammatischer Strukturfor-

men zeigten und kleiner als die in den anderen durchgeführten Untertests des HSET. Der genannte Test erfasst ebenso wie der Wortschatztest passive Sprachleistungen.

Phonologisches Arbeitsgedächtnis.

Im *Zahlennachsprechen* (Abb. C-2) zeigte sich ein signifikanter Entwicklungseffekt  $F(1;95)=50,06$ ,  $p<.001$ , ein signifikanter Unterschied zwischen sprachgestörten und normalentwickelten Kindern ( $F(1;95)=30.66$ ,  $p<.001$ ) und auch die Wechselwirkung wurde signifikant ( $F(1;95)=6.37$ ,  $p<.05$ ).

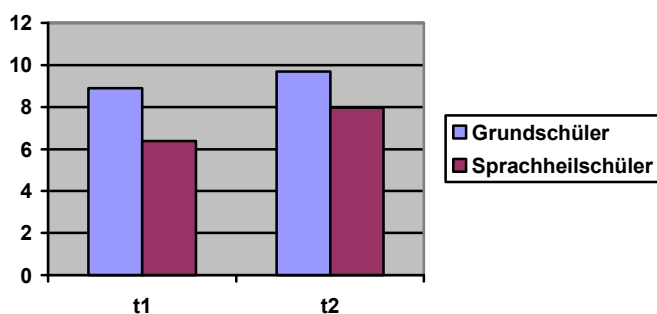


Abbildung C-2: Rohwert im Zahlennachsprechen

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t1 ( $t(95)=-5.90$ ;  $p<.001$ ) und t2 ( $t(95)=-4,30$ ;  $p<.001$ ), ebenso Entwicklungseffekte in beiden Gruppen (GS:  $t(63)=-4.04$ ;  $p<.001$ ; SHS:  $t(32)=-6.96$ ;  $p<.001$ ).

Die Wechselwirkung in der Varianzanalyse scheint sich aus dem größeren Zuwachs bei den dysgrammatisch – sprachgestörten Kindern zu ergeben. Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden (t1:

$F(2;94)=18.68$ ,  $p<.001$ ; t2:  $F(2;94)=10.40$ ,  $p<.001$ ) .

Im *Kunstwörternachsprechen* (unverrauscht; Abb. C-3) zeigte sich der Entwicklungseffekt ( $F(1;95)=47.49$ ,  $p<.001$ ), der Gruppenunterschied ( $F(1;95)= 43.49$ ,  $p<.001$ ), die Wechselwirkung wurde nicht signifikant ( $F(1;95)=2.07$ , n.s.).

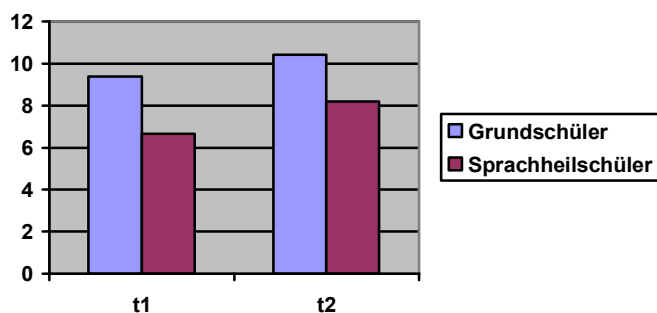


Abbildung C-3: Rohwert im Kunstwörternachsprechen (unverrauscht)

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t1 ( $t(95) = -5.87$ ;  $p < .001$ ) und t2 ( $t(95) = -6.02$ ;  $p < .001$ ). Auch der Entwicklungseffekt zeigte sich in beiden Gruppen (GS:  $t(63) = -4.68$ ;  $p < .001$ ; SHS:  $t(32) = -5.12$ ;  $p < .001$ ). Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden (t1:  $F(2;94) = 7.62$ ,  $p < .001$ ; t2:  $F(2;94) = 14.97$ ,  $p < .001$ ).

Auch in der *Sprechrate* (Abb. C-4) gab es einen Entwicklungseffekt über die Zeit ( $F(1;95) = 29.46$ ,  $p < .001$ ), einen Entwicklungsrückstand der sprachgestörten Kinder ( $F(1;95) = 45.05$ ,  $p < .001$ ) und keine Wechselwirkung ( $F(1;95) < 1$ ).

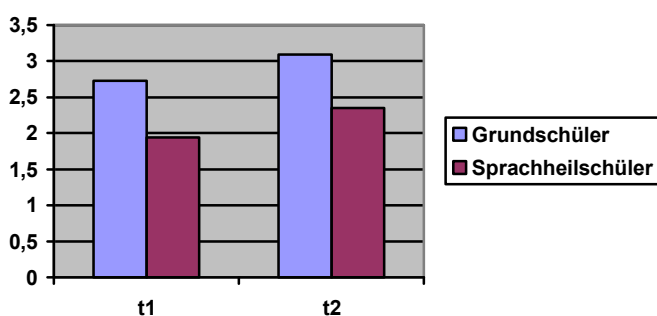


Abbildung C-4: Mittelwerte der Sprechrate

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t1 ( $t(94) = -6.90$ ;  $p < .001$ ) und t2 ( $t(95) = -5.60$ ;  $p < .001$ ). Auch der Entwicklungseffekt zeigte sich in beiden Gruppen (GS:  $t(63) = -4.21$ ;  $p < .001$ ; SHS:  $t(32) = -3.79$ ;  $p < .001$ ).

Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden (t1:  $F(2;94) = 15.01$ ,  $p < .001$ ; t2:  $F(2;94) = 9.13$ ,  $p < .001$ ).

Bei der *Qualität des phonetischen Speichers* (Abb. C-5) gab es bei einer Messwiederholungsvarianzanalyse über diese 4 Werte einen signifikanten Effekt des Schultyps ( $F(1;95)=34.06$ ,  $p<.001$ ), der Zeiteffekt war knapp nichtsignifikant ( $F(1;95)=3.04$ ,  $p<.1$ ), die Wechselwirkung wurde signifikant ( $F(1;95)=5.61$ ,  $p<.05$ ). Letztere ergab sich möglicherweise aus dem Deckeneffekt bei unverrauschten Kunstwörtern in der Gruppe der Grundschüler.

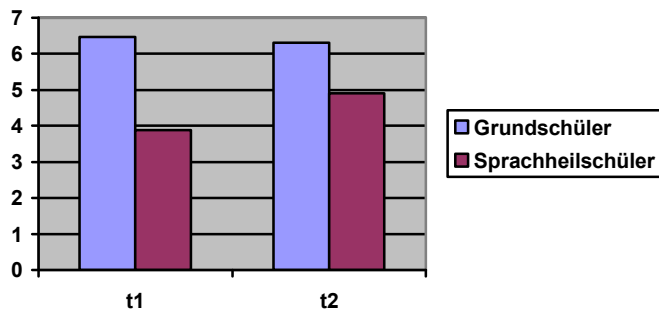


Abbildung C-5: Qualität des phonetischen Speichers

Einzelvergleiche zeigten eine Vergrößerung der Qualität bei den dysgrammatisch-sprachgestörten Kindern ( $t(32) = -2.52$ ,  $p<.05$ ) und keine Veränderung bei den sprachlich-unauffälligen Kindern ( $t(63) = .54$ , n.s.).

Es gab zu beiden Zeitpunkten einen Gruppeneffekt ( $t1$ :  $t(51,35) = -5.26$ ,  $p<.001$ ;  $t2$ :  $t(95) = 3.54$ ,  $p<.001$ ). Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden ( $t1$ :  $F(2;94) = 4.92$ ,  $p<.01$ ;  $t2$ :  $F(2;94) = 9.68$ ,  $p<.001$ ).

#### *Phonologische Bewusstheit.*

Beim *Pseudowörtersegmentieren* (Abb. C-6) zeigte sich ein Entwicklungseffekt ( $F(1;95) = 18.95$ ,  $p<.001$ ) und ein Unterschied zwischen sprachgestörten und normal-entwickelten Kindern  $F(1;95) = 40.29$ ,  $p<.001$ ), die Wechselwirkung wurde nicht signifikant ( $F(1;95) = 2.15$ , n.s.).

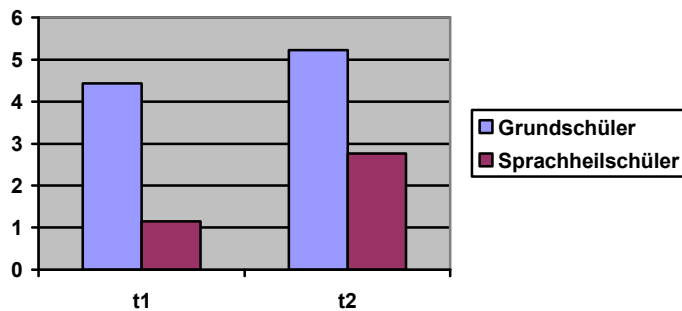


Abbildung C-6: Rohwert im Pseudowörtersegmentieren

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t1 ( $t(91,02) = -7.04$ ;  $p < .001$ ) und t2 ( $t(95) = -4.71$ ;  $p < .001$ ). Auch der Entwicklungseffekt zeigte sich in beiden Gruppen (GS:  $t(63) = -2.26$ ;  $p < .05$ ; SHS:  $t(32) = -4.62$ ;  $p < .001$ ). Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden (t1:  $F(2;94) = 8.19$ ,  $p < .001$ ; t2:  $F(2;94) = 6.62$ ,  $p < .01$ ).

Im *Vokalerersetzen* (Abb. C-7) zeigte sich ein signifikanter Entwicklungseffekt  $F(1;95) = 7.42$ ,  $p < .01$ , der Unterschied zwischen sprachgestörten und normalentwickelten Kindern ( $F(1;95) = 44.03$ ,  $p < .001$ ) war ebenfalls signifikant, aber knapp nicht die Wechselwirkung ( $F(1;95) = 3.61$ ,  $p < .10$ ).

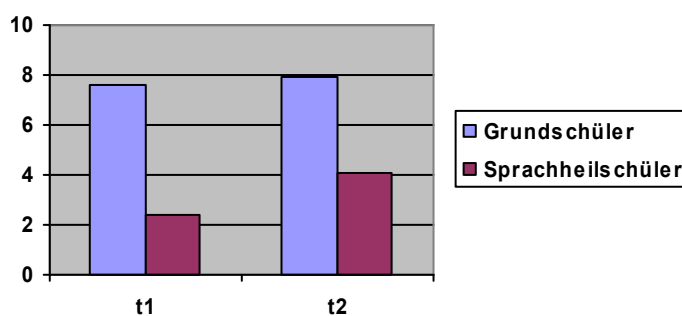


Abbildung C-7: Rohwert im Vokalerersetzen

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t1 ( $t(95) = -6.78$ ;  $p < .001$ , ungleiche Varianzen) und t2 ( $t(95) = -4.97$ ;  $p < .001$ ). Der Entwicklungseffekt zeigte sich nicht in beiden Gruppen (GS:  $t(63) = -.72$ ; n.s., SHS:  $t(32) = -2.77$ ;  $p < .01$ ), sondern nur bei den Sprachheilschülern.

Die Gruppeneffekte bleiben erhalten, wenn Alter und Intelligenz auspartialisiert werden (t1:  $F(2;94) = 15.17$ ,  $p < .001$ ; t2:  $F(2;94) = 9.33$ ,  $p < .001$ ).

### Lesen.

Der Rohwert der Leseleistung (Abb. C-8) war anders gepolt: ein niedrigerer Wert zeigte die größere Leistung an, deshalb wurde die Variable im weiteren umgepolt. Im Lesen Gesamt, Lesen von Wörtern und von Sätzen schätzten die Lehrer die sprachgestörten Kinder jeweils niedriger ein ( $F(1;95)=16.40, 19.80, 12.02$ , jeweils  $p<.001$ ). Wie bereits oben erwähnt, machte der Vergleich über die Zeit keinen Sinn, da die Lehrer jeweils die Klasse als Bezugsnorm nutzen. Hier beispielhaft in Abbildung 6 die Mittelwerte für das Lesen gesamt. Weiterverarbeitet wurde nur der Faktorsore Lesen, in dem die drei Maße zusammengefasst wurden.

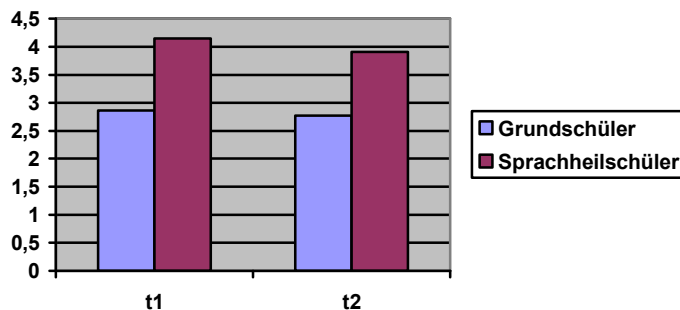


Abbildung C-8: Lehrereinschätzung im Lesen gesamt

### Nonverbale Intelligenz.

Da zu t0 noch nicht alle Grundschüler teilnahmen, wurde hier die geringere Stichprobe (Abb. C-9) analysiert.

Es gab einen signifikanten Effekt über die Zeit  $F(1;62)=17.36$ , einen signifikanten Effekt des Schultyps  $F(1;62)=26.58$ , sowie eine signifikante Wechselwirkung  $F(1;62)=20.66$ .

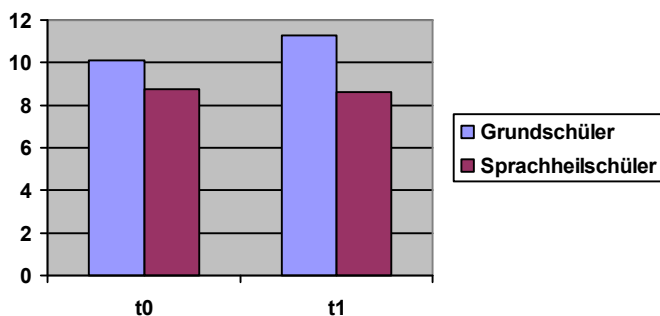


Abbildung C-9: Rohwert im Bilder ergänzen

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zeigten signifikante Gruppenunterschiede zu t0 ( $t(62) = -2,34$ ;  $p < .05$ ) und t1 ( $t(95) = -3.17$ ;  $p < .01$ , ungleiche Varianzen). Eine Entwicklung zeigte sich bei den Grundschulern, nicht jedoch bei den Sprachheilschülern (GS:  $t(30) = 6.22$ ;  $p < .05$ ; SHS:  $t(32) = -.27$ ; n.s.). Die Wechselwirkung beruhte also darauf, dass sich die Sprachheilschüler nicht verbessert hatten.

## Anhang D: Reliabilitätskorrektur

**Kunstwörternachsprechen:**  $R^2=.081 \rightarrow r=.28$   
 Retestreliabilitäten:  $r_{ww} = .75$   
 $r_{kk} = .69$

Höhe des Zusammenhangs bei idealer Stabilität:

$$\begin{aligned} r_{\text{ideal}} &= r_{xy} / \text{wurzel}(r_{xx} \times r_{yy}) \\ &= .28 / \text{wurzel}(.75 \times .69) = .39 \end{aligned}$$

entspräche  $R^2=.15$

**Zahlennachsprechen:**  $R^2=.184 \rightarrow r=.43$   
 Retestreliabilitäten:  $r_{ww} = .75$   
 $r_{kk} = .75$

$$\begin{aligned} r_{\text{ideal}} &= r_{xy} / \text{wurzel}(r_{xx} \times r_{yy}) \\ &= .43 / \text{wurzel}(.75 \times .75) = .57 \end{aligned}$$

entspräche  $R^2=.33$